

**Universidad Carlos III de Madrid**

**Escuela Politécnica Superior**



Departamento de Ingeniería Eléctrica.

## **Proyecto Fin de Carrera**

Ingeniería Técnica Industrial.

**Instalación Eléctrica del Hospital de  
Continuidad de Discapacitados Físicos de  
Toledo.**

**Autor:** Daniel Gil Pinedo

**Director:** Juan Carlos Burgos

**Tutor:** Ignacio Alonso Yepes



# Índice

0	INTRODUCCIÓN .....	1
0.1	Objeto del Proyecto .....	1
0.2	Actividad.....	2
0.3	Autor .....	2
0.4	Normativa .....	2
0.5	Compañía Suministradora.....	3
1	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	5
1.1	Descripción del Conjunto .....	5
1.2	Instalación Eléctrica.....	8
1.2.1	<i>Clasificación del local</i> .....	8
1.2.2	<i>Características de la Instalación</i> .....	8
1.2.3	<i>Instalación de Alta/Media Tensión</i> .....	10
1.2.3.1	Centro de Transformación .....	11
1.2.3.1.1	Celdas de Maniobra, Protección y Medida.....	11
1.2.3.1.2	Transformadores.....	15
1.2.3.1.3	Puesta a Tierra.....	17
1.2.3.2	Grupo Electrónico.....	18
1.2.4	<i>Instalación de Baja Tensión</i> .....	20
1.2.4.1	Líneas de Alimentación a CGMP .....	20
1.2.4.2	Cuadro General de Mando y Protección.....	21
1.2.4.3	Líneas de Alimentación a Cuadros Secundarios.....	22
1.2.4.4	Cuadros Secundarios .....	23
1.2.4.5	Líneas de Cuadros a Receptores .....	25
1.2.4.6	Instalaciones de Alumbrado.....	26
1.2.4.6.1	Alumbrado de interiores.....	26
1.2.4.6.2	Alumbrado de Emergencia.....	30
1.2.4.7	Locales interiores con prescripciones especiales .....	33
1.2.4.7.1	Quirófanos.....	34
1.2.5	<i>Sistemas de Alimentación Ininterrumpida</i> .....	37
1.2.6	<i>Sistemas de Protección Eléctrica en Baja Tensión</i> .....	39
1.2.6.1	Esquema de Conexión a Tierra de la instalación .....	39
1.2.6.2	Protección de la instalación contra sobrecargas .....	40
1.2.6.3	Protección de la instalación contra sobretensiones .....	41
1.2.6.4	Protección contra los contactos directos .....	42
1.2.6.5	Protección contra los contactos indirectos.....	43
1.2.7	<i>Protección contra descargas atmosféricas</i> .....	46

1.2.8	<i>Red de Tierras</i> .....	47
1.2.8.1	Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión .....	48
2	MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CÁLCULOS .....	51
2.1	Previsión de Cargas .....	51
2.2	Instalación de Alta/Media Tensión .....	54
2.2.1	<i>Intensidades a Plena Carga</i> .....	54
2.2.1.1	Intensidad en Alta Tensión .....	54
2.2.1.2	Intensidad en Baja Tensión .....	54
2.2.2	<i>Intensidades de Cortocircuito</i> .....	55
2.2.2.1	Cortocircuito en Alta Tensión .....	55
2.2.2.2	Cortocircuito en Baja Tensión .....	55
2.2.3	<i>Dimensionado del Embarrado en Alta Tensión</i> .....	56
2.2.3.1	Densidad de Corriente .....	56
2.2.3.2	Solicitud electrodinámica .....	57
2.2.3.3	Solicitud térmica .....	58
2.2.4	<i>Dimensionado de la ventilación del CT</i> .....	59
2.2.5	<i>Cálculo de la instalación de puesta a tierra</i> .....	59
2.2.5.1	Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión .....	59
2.2.5.2	Red de puesta a tierra de Servicios .....	61
2.2.5.3	Separación entre redes de puesta a tierra del CT .....	61
2.3	Instalación de Baja Tensión .....	62
2.3.1	<i>Criterios para el cálculo de líneas</i> .....	62
2.3.1.1	Intensidad máxima admisible .....	62
2.3.1.2	Caída de Tensión .....	64
2.3.1.3	Intensidad de cortocircuito .....	67
2.3.2	<i>Líneas de Alimentación a CGMP</i> .....	68
2.3.3	<i>Líneas de Alimentación a Cuadros Secundarios</i> .....	69
2.3.3.1	Líneas de Alimentación a Receptores .....	71
2.3.4	<i>Cálculo de las Protecciones</i> .....	95
2.3.4.1	Protección contra sobrecargas .....	95
2.3.4.2	Protección contra cortocircuitos .....	95
2.3.4.3	Protección de la instalación contra sobretensiones .....	96
2.3.4.4	Protección de las personas. Uso de DDR .....	98
2.3.5	<i>Red de Puesta a tierra en Baja Tensión</i> .....	99
2.3.5.1	Distancias mínimas entre las redes de puesta a tierra proyectadas .....	100
2.4	Instalaciones de Iluminación .....	102
2.4.1	<i>Cálculos de Luminotecnia en la Instalación</i> .....	104
2.5	Protección contra Descargas Atmosféricas .....	136

2.5.1	<i>Procedimiento de verificación</i> .....	136
2.5.2	<i>Tipo de instalación exigido</i> .....	138
3	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS .....	141
3.1	Generalidades.....	141
3.1.1	<i>Ámbito de aplicación</i> .....	141
3.1.2	<i>Definiciones: Propiedad, Director de Obra, Contratista</i> .....	141
3.1.2.1	Propiedad, promotor, o parte contratante.....	141
3.1.2.2	Director de obra .....	141
3.1.2.3	Contratista, o constructor.....	142
3.1.3	<i>Programación</i> .....	143
3.1.4	<i>Contradicciones u omisiones en la documentación</i> .....	143
3.1.5	<i>Ejecución, Inspección y Pruebas</i> .....	143
3.1.5.1	Ejecución .....	143
3.1.5.2	Inspección.....	144
3.1.5.3	Pruebas.....	144
3.2	Centro de Transformación .....	145
3.2.1	<i>Aparamenta de Alta Tensión.</i> .....	145
3.2.2	<i>Transformadores.</i> .....	146
3.2.3	<i>Equipos de Medida.</i> .....	146
3.2.4	<i>Normas de ejecución de las instalaciones</i> .....	146
3.2.5	<i>Pruebas reglamentarias</i> .....	147
3.2.6	<i>Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad</i> .....	147
3.3	Grupo Electrógeno.....	150
3.4	Prescripciones Técnicas de Materiales y Equipos .....	153
3.4.1	<i>Canalizaciones.</i> .....	154
3.4.1.1	Prescripciones de carácter general.....	154
3.4.1.2	Sistemas de instalación .....	154
3.4.1.3	Materiales .....	156
3.4.2	<i>Conductores eléctricos en BT</i> .....	161
3.4.2.1	Nomenclatura y Designación.....	164
3.4.3	<i>Cuadros eléctricos</i> .....	165
3.4.4	<i>Mecanismos</i> .....	166
3.4.4.1	Interruptores.....	166
3.4.4.2	Bases de enchufe.....	166
3.4.5	<i>Panel de Control para Quirófanos</i> .....	167
3.5	Aparatos de Mando y Maniobra .....	168
3.5.1	<i>Interruptores Automáticos</i> .....	168
3.5.2	<i>Interruptores Diferenciales</i> .....	170

3.5.3	<i>Interruptores Manuales</i> .....	171
3.5.4	<i>Fusibles</i> .....	171
3.5.5	<i>Dispositivos de protección contra sobretensiones</i> .....	172
3.6	Transformadores de Aislamiento .....	172
3.7	Pararrayos .....	174
3.7.1	<i>Generalidades</i> .....	174
3.7.2	<i>Componentes</i> .....	175
3.7.2.1	Sistema externo.....	175
3.7.2.2	Sistema externo.....	176
3.7.2.3	Puesta a Tierra .....	177
3.8	Equipos de Alumbrado .....	178
4	PRESUPUESTO .....	183
5	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	185
5.1	Introducción .....	185
5.2	Normas de Seguridad y Salud.....	185
5.3	Evaluación de Riesgos Laborales y Previsión .....	186
5.3.1	<i>Riesgos Laborales y Prevención en Instalaciones Eléctricas</i> .....	187
5.3.2	<i>Intervención en las instalaciones eléctricas</i> .....	187
5.3.3	<i>Actuación en caso de Accidente Eléctrico</i> .....	188
5.4	Plan de Seguridad y Salud .....	188
5.4.1	<i>Obligaciones de Contratistas y Subcontratistas</i> .....	189
5.4.2	<i>Obligaciones de Trabajadores Autónomos</i> .....	190
5.4.3	<i>El Libro de Incidencias</i> .....	191
5.4.4	<i>Paralización de los trabajos</i> .....	191
5.4.5	<i>Derechos de los trabajadores</i> .....	192
5.5	Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo .....	192
5.5.1	<i>Obligaciones constructivas</i> .....	192
5.5.2	<i>Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización</i> .....	194
5.5.3	<i>Condiciones ambientales</i> .....	194
5.5.4	<i>Iluminación</i> .....	195
5.5.5	<i>Servicios higiénicos y lugares de descanso</i> .....	196
5.5.6	<i>Material y locales de primeros auxilios</i> .....	197
5.6	Disposiciones mínimas en la Utilización de los Equipos de Trabajo .....	197
6	PLANOS.....	199
7	CONCLUSIONES.....	201
8	BIBLIOGRAFÍA .....	205
	Índice de Tablas .....	207
	Índice de Figuras .....	209

## 0 Introducción

### 0.1 Objeto del Proyecto

El presente proyecto tiene por objeto definir las características técnicas de la instalación eléctrica del Hospital de Continuidad de Discapacitados Físicos de Toledo para proceder a la legalización de las mismas ante las autoridades y organismos competentes.

Adicionalmente a este objetivo común a todos los proyectos de instalaciones eléctricas, este proyecto busca resaltar la importancia que adquiere un correcto suministro eléctrico en los edificios dedicados a usos hospitalarios, evitando fallos o interrupciones imprevistas en el suministro.

Para lograr este fin, en el diseño de la infraestructura eléctrica del edificio se han tenido en cuenta criterios de máxima disponibilidad energética, conjuntamente con criterios para aumentar la seguridad y fiabilidad de la instalación, tratando de eliminar o reducir los posibles riesgos eléctricos existentes en la misma.

Cabe destacar algunas de las características más relevantes que afectan a este tipo de edificaciones y que se desarrollarán a lo largo del presente proyecto:

- En primer lugar, y según establece la ITC-BT-28 para instalaciones en locales de pública concurrencia, el edificio contará con un suministro eléctrico complementario adicional al suministro eléctrico normal. El valor exigible por el REBT para este suministro complementario en hospitales será de un mínimo del 25% de la potencia total instalada.
- La relevancia que adquiere el diseño óptimo del centro de transformación, siendo este el corazón de la infraestructura eléctrica del edificio. Es por ello que la fiabilidad, posibilidades de ampliación y capacidad del mismo nunca deben ir a mínimos. El criterio adoptado en el presente proyecto ha sido la implementación de una configuración redundante, con transformadores dimensionados para el 100% de la carga pero funcionando habitualmente al 50%. Al dividir la potencia en dos transformadores lograremos una mayor fiabilidad y disponibilidad del suministro, evitando al mismo tiempo costosas ampliaciones futuras, quedando suficientemente justificado el sobre coste inicial que tiene este diseño.
- Además de los suministros normal y complementario, se ha previsto el uso de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), con el fin de garantizar el suministro en un tiempo inferior a 0,5 segundos en aquellos equipos que lo requieran por sus características de funcionamiento ininterrumpido y estabilidad de su servicio.
- Diseño del alumbrado de emergencia. Desarrollo de conceptos, usos y aplicaciones. Justificación de las soluciones adoptadas.
- Necesidad de uso de conductores de seguridad, ya sea no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, designados como AS, o

en instalaciones vitales cables con una resistencia intrínseca al fuego, designados como AS+.

- Instalaciones en locales con prescripciones especiales reguladas por el reglamento en algunas de las dependencias de hospital, tales como la piscina de rehabilitación, locales con riesgo de incendio o quirófanos.
- Diseño de las protecciones de la instalación y de las personas, y justificación del esquema de conexión a tierra adoptado.
- Implantación de dos quirófanos dentro del conjunto del hospital, atendiendo a las normas de diseño que rigen en los mismos, recogidas en la ITC-BT-38. Utilización del esquema de conexión a tierra IT mediante el uso de transformadores de aislamiento.

## 0.2 Actividad

Se trata de un edificio destinado a usos sanitarios. Es de gran importancia la definición de las “áreas de riesgo” dentro del mismo. Dichas áreas serán aquellas en las que el paciente está en una situación más expuesta a peligros añadidos a su condición de enfermo, peligros que pueden ser debidos a defectos de funcionamiento en la instalación eléctrica que alimenta a los equipos de electromedicina con los que se diagnostica y trata al paciente.

## 0.3 Autor

El autor del proyecto ha sido Daniel Gil Pinedo, alumno de Ingeniería Técnica Industrial en la Universidad Carlos III de Madrid, como Proyecto Final de Carrera.

## 0.4 Normativa

Para la realización del proyecto se han tenido en consideración las Normativas, Reglamentos y Ordenanzas vigentes en la fecha de realización del mismo, ocupando un lugar principal como referente el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), aprobado en el Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto de 2002 y publicado en el BOE del 18 de Septiembre de 2002.

A continuación se enumeran las Normativas y Reglamentos utilizados:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Decreto 842/2002 de 02-8-2002, y publicado en el BOE del 18-09-2002.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones



Técnicas Complementarias (MIE-RAT) aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el BOE 1-8-84.

- Normas UNE específicas a la instalación o materiales utilizados en la misma.
- Normas particulares de la compañía suministradora IBERDROLA, SA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE). R.D. 3565/1972 22 diciembre.
- Normas Básicas de la Edificación (NBE). R.D. 1650/1977 20 junio.
- R.D. 1627/1.997 24 octubre. “Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción”
- R.D. 485/1.997 14 abril. “Señalización de Seguridad en el Trabajo”
- R.D. 485/1.997 14 abril. “Utilización de Equipos de Protección Individual”
- R.D. 39/1.997 17 enero. “Reglamento de los Servicios de Protección”

## 0.5 Compañía Suministradora

El suministro eléctrico de las instalaciones proyectadas será realizado por la Compañía Distribuidora IBERDROLA, S.A. con sede en la calle Berna N°1 Toledo.



# 1 Memoria Descriptiva

La Memoria Descriptiva es el eje que sirve de base para el desarrollo del proyecto. De su lectura se obtendrá una idea concreta de lo que el proyecto representa. En este capítulo se describen las distintas soluciones técnicas adoptadas en el mismo.

## 1.1 Descripción del Conjunto

El conjunto destinado a nuevo Hospital de Continuidad de Discapacitados Físicos tiene una superficie total construida de 9.440,60 m<sup>2</sup> distribuidos en cuatro alturas: sótano, planta baja, planta primera y planta segunda, además de la cubierta que se utilizará en parte para alojar las instalaciones de climatización y otros servicios generales del edificio.

Las superficies de cada una de las plantas son las siguientes:

Planta	Superficie (m <sup>2</sup> )
Planta Sótano	2385
Planta Baja	2338
Planta Primera	2359
Planta Segunda	2359
<b>Total Construido</b>	<b>9441</b>

Tabla 1 Superficie por plantas

Los espacios ocupados y la distribución de superficies quedan definidos en los planos de arquitectura del conjunto. La siguiente figura se corresponde con el plano de planta general:

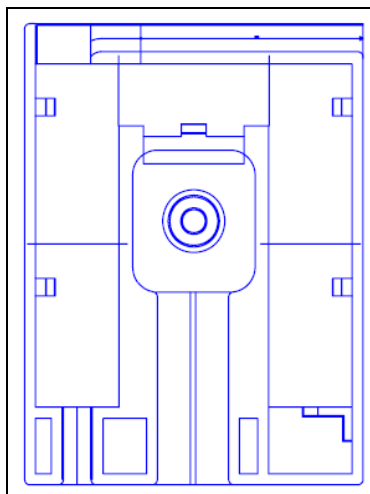


Figura 1 Plano de planta del edificio

A continuación se describen las distintas áreas funcionales en cada una de las plantas del edificio:

- Planta Sótano.

En ella se alojarán los siguientes servicios del Hospital:

- Cocinas
- Lavandería
- Almacenes
- Área de personal
- Tanatorio
- Laboratorio
- Farmacia hospitalaria
- Zona de Rehabilitación
- Quirófanos.
- Aparcamiento
- Piscina

Esta planta dispone además de una zona de instalaciones donde se ubicarán el centro de transformación, el grupo electrógeno, el grupo de presión de protección contra incendios y la sala de cuadros eléctricos generales.

- Planta Baja: Destinada a las siguientes actividades:
  - Zona de administración
  - Área de Terapia ocupacional
  - Área de Rehabilitación
  - Zona de Consultas.
- Plantas Primera y Segunda.

Serán idénticas. En ellas se encuentran las habitaciones para la hospitalización de pacientes y los servicios asociados de comedor, salas polivalentes y control de enfermería. Cada planta dispone de un total de 32 habitaciones de doble cama, lo que hace un total de 64 habitaciones con 128 camas.

- Planta Cubierta.

Se destinará a albergar la sala de máquinas de calefacción, los equipos de acondicionamiento de aire y servicios generales del edificio.

Para facilitar la ubicación de los distintos elementos que componen la instalación se ha procedido a dividir la superficie del edificio en cinco sectores numerados y cuatro zonas designadas como Z1, Z2, Z3 y Z4 como se ilustra en la siguiente figura:

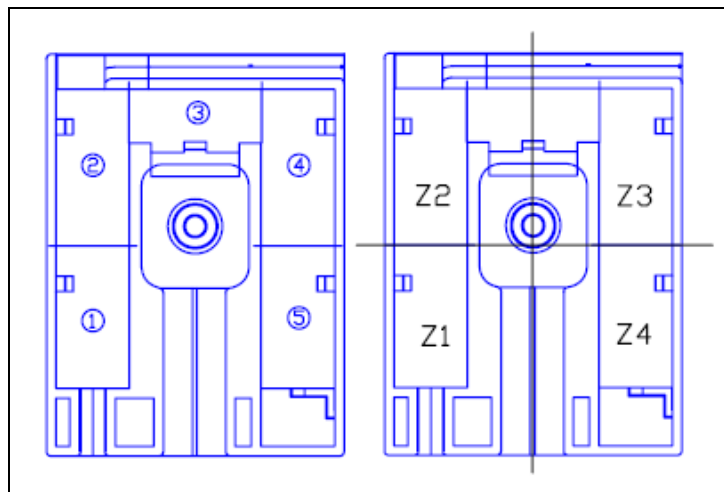


Figura 2 Sectores y Zonas del edificio

## 1.2 Instalación Eléctrica

### 1.2.1 Clasificación del local

El edificio objeto del presente estudio destinado a usos sanitarios está clasificado como “Local de Pública Concurrencia” obedeciendo por tanto a las prescripciones recogidas en ITC-BT-028 del REBT.

### 1.2.2 Características de la Instalación

Para el suministro eléctrico normal se ha previsto la conexión con la red de Media Tensión de la compañía suministradora IBERDROLA. El edificio dispone de un Centro de Transformación propio ubicado en una sala acondicionada para este fin y con características descritas en el apartado 1.2.3.1.

El edificio contará asimismo con un suministro eléctrico complementario adicional al suministro eléctrico normal. Debido a la no disponibilidad de una segunda línea de alimentación en Media Tensión, se ha diseñado este aporte eléctrico complementario a través de un Grupo Electrónico de características descritas en el apartado 1.2.3.2.

La conmutación entre redes, tanto al fallar el suministro eléctrico normal, como al restablecerse el mismo, se realizará mediante un automatismo de transferencia asociado al Grupo Electrónico. La entrada en funcionamiento de los dispositivos de seguridad debe producirse cuando la tensión de alimentación desciende por debajo del 70% de la tensión nominal, aunque teniendo en cuenta que este límite es el valor mínimo inferior, se considerará adecuado que entren en funcionamiento cuando la tensión nominal esté comprendida entre el 80% y el 70% de su valor nominal.

Además de los suministros normal y complementario descritos, el hospital dispone de un tercer sistema de alimentación en aquellas instalaciones consideradas prioritarias por el uso al que se destinan, mediante el uso de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAIs). Se ha previsto su utilización en quirófanos, sala de urgencias y sistema de protección contra incendios. La principal necesidad de las anteriores instalaciones es la continuidad del suministro, sin pasar por el “cero” que supone el lapso de tiempo previo al arranque del grupo electrónico, y con autonomía de funcionamiento establecida por el REBT.

Conceptualmente, este suministro permanente estará aguas abajo de los suministros normal y complementario, ocupando sin embargo, un papel fundamental en la calidad del suministro. La configuración por la que se ha optado en su diseño ha sido una configuración distribuida, consistente en múltiples equipos de poca potencia ubicados junto a los consumos de una manera descentralizada.

En cuanto a la previsión de potencia que cada uno de los suministros objeto del presente proyecto ha de satisfacer, se han seguido las prescripciones establecidas por el REBT en su ITC-BT-10, así como las demandas reales de los receptores de la instalación. La siguiente tabla resume los valores obtenidos para la potencia instalada y potencia simultánea en base a los citados criterios:

	P. Instalada	P. Simultanea
<b>Potencia Red (kW)</b>	1045	728
<b>Potencia Red + Grupo (kW)</b>	579	431
<b>Potencia Total (kW)</b>	1625	1159

Tabla 2 Previsión de Potencia (kW) de la instalación

El desglose de potencias y su reparto en los diferentes cuadros se detalla en el apartado 2.1 del presente proyecto, relativo a la previsión de cargas de la instalación. Del mismo modo, la previsión de potencias para cada uno de los circuitos de alimentación a receptores se recoge en las tablas de cálculos de los cuadros incluidas en el apartado 2.3.

La tensión de suministro en Baja Tensión será de 230 V entre fase y neutro, y de 400 V entre fases, atendiendo a lo establecido en el artículo 4 del REBT.

Con carácter general, el esquema de distribución elegido para la instalación ha sido el esquema TT, quedando justificado en el apartado 1.2.6.1 del presente proyecto. En los quirófanos, sin embargo, se ha propuesto la utilización del esquema IT mediante el uso de transformadores de aislamiento, con monitorización del primer defecto de aislamiento, como método de prevención sistemática de todo peligro de electrocución en los mismos.

Se considerará que la instalación interior de Baja Tensión tendrá su origen a partir de los bornes de Baja Tensión de los transformadores y grupo electrógeno, según lo establecido en la instrucción ITC-BT-19 del REBT para instalaciones industriales alimentadas por un centro de distribución propio. La topología de la instalación en Baja Tensión se describe en detalle en el apartado 1.2.4 del proyecto, quedando representados sus principales elementos en la siguiente figura esquemática de su disposición:

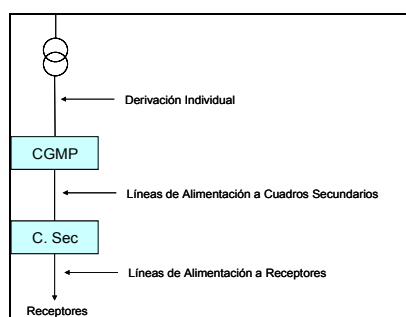


Figura 3 Esquema de las instalaciones de BT

### 1.2.3 Instalación de Alta/Media Tensión

El conjunto hospitalario se abastecerá de un Centro de Transformación dotado de dos transformadores de 1.250 KVA de potencia unitaria. Estos transformadores se acoplarán en paralelo en el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), dando lugar a una potencia total instalada de 2.500 KVA.

La justificación de las potencias unitarias anteriores se basa en que en el diseño del Centro de Transformación, se ha optado por una configuración redundante N + N con transformadores dimensionados para el 100% de la carga pero funcionando habitualmente al 50%. Este hecho, junto con la división de la potencia en varios transformadores, supone una mayor fiabilidad y disponibilidad en el suministro, criterios prioritarios frente a condicionantes como el coste de la inversión inicial y los futuros costes de mantenimiento. Adicionalmente, este diseño busca satisfacer las futuras necesidades de crecimiento del hospital, evitando costosas ampliaciones posteriores.

El edificio contará con un suministro eléctrico complementario adicional al suministro eléctrico normal. Este suministro eléctrico complementario se clasifica según el artículo 10 del REBT en tres tipos:

- Suministro de socorro: limitado a una potencia receptora mínima del 15% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro de reserva: limitado a una potencia receptora mínima del 25% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro duplicado: capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro normal.

El REBT establece en la ITC-BT-028 la obligatoriedad de instalación de suministro de reserva en hospitales. Será por tanto necesario dotar al suministro complementario de una potencia mínima de 625 kVA. Para atender la demanda de este suministro se instalará un grupo electrógeno de 650 kVA en régimen continuo, que entrará en funcionamiento automáticamente cuando falle el suministro eléctrico. Se ha previsto un conmutador automático para evitar el acoplamiento del grupo electrógeno a la red.

La Tabla 2 anterior recoge los valores para la previsión de potencia activa (P) en la instalación, que considerando un factor de potencia para el global de la instalación de 0,9, supone la siguiente previsión de potencia aparente (S):

	P. Instalada	P. Simultanea
<b>Potencia Red (kVA)</b>	1161	809
<b>Potencia Red + Grupo (kVA)</b>	644	479
<b>Potencia Total (kVA)</b>	1805	1287

Tabla 3 Previsión de Potencia aparente (kVA) de la instalación.



### 1.2.3.1 Centro de Transformación

La acometida al Centro de Transformación será subterránea, desde una red de Media Tensión a 20 kV y con una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

El Centro de Transformación será de tipo interior, dotado de dos transformadores de 1.250 kVA de potencia unitaria. Para su aparellaje se emplearán celdas prefabricadas bajo envoltura metálica según la norma UNE EN 60298.

Todo el conjunto estará dispuesto en un único recinto ubicado en la zona de instalaciones de la planta sótano del edificio. Dicho recinto estará dividido en dos locales, el primero denominado Centro de Seccionamiento y Medida, con acceso directo para el personal de IBERDROLA a través de una puerta con cerradura normalizada por la compañía eléctrica; y un segundo local denominado Centro de Abonado restringido al personal especializado del hospital. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada, salida y seccionamiento, quedando el resto de celdas ubicadas en el Centro de Abonado.

La acometida a las celdas de llegada y salida se realizará a través de una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas y con resistencia mecánica suficiente para soportar las celdas. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF<sub>6</sub> en caso de sobrepresión sin poner en peligro a las personas.

Una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de los transformadores. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

El local dispondrá de un sistema de ventilación forzada mediante extractor debido a la imposibilidad de refrigerar el local por ventilación natural.

#### 1.2.3.1.1 Celdas de Maniobra, Protección y Medida

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin. Las celdas SM6 son celdas modulares, compartimentadas, con aislamiento en aire y que utilizan gas SF<sub>6</sub> como elemento de corte y extinción de arco. Dispondrán de compartimentos para aparellaje, juego de barras, conexión de cables, mando y control.

La siguiente tabla recoge las características generales de las celdas de la serie SM6:

Parámetro	Valor
Tensión asignada	24 kV
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto	50 kV ef
a impulso tipo rayo	125 kV cresta
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A
Intensidad asignada en interruptor automatico	400 A
Intensidad asignada en ruptofusibles	200 A
Intensidad nominal admisible de corta duración (1 seg)	16 kA ef
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	40 kA cresta

Tabla 4 Características generales de las celdas SM6

La disposición de las distintas celdas proyectadas para el centro de transformación responde al siguiente diagrama unifilar:

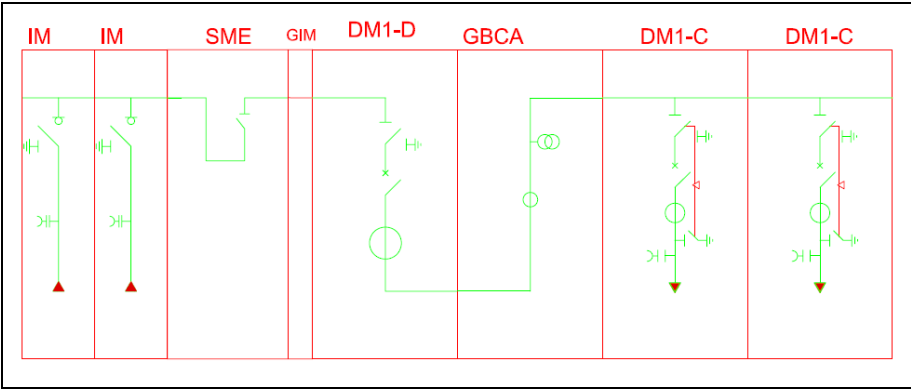


Figura 4 Esquema unifilar Centro de Transformación

La designación de cada una de las celdas representadas en la Figura 4 se ha realizado en base a su función. A continuación se describen las características de cada una de ellas:

Celda de Línea – IM: celda de interruptor-seccionador, modelo SIM16, de dimensiones 375 x 940 x 1.600 mm (ancho x fondo x alto).

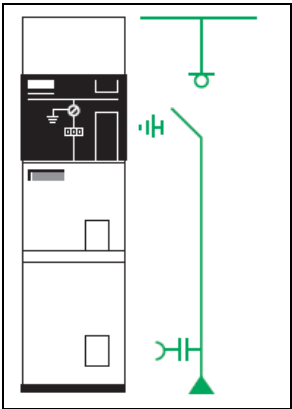


Figura 5 Llegada o salida de línea IM (375 mm)

En su interior se dispondrá de los siguientes elementos: juego de barras tripolar de 400 A; interruptor-seccionador de corte en SF6; seccionador de puesta a tierra en SF6; indicadores de presencia de tensión; mando CIT manual; embarrado de puesta a tierra; y bornes para conexión de cable.

Celda de Seccionamiento y Remonte – SME: modelo SSME16, de dimensiones 625 x 940 x 1.600 mm (ancho x fondo x alto).

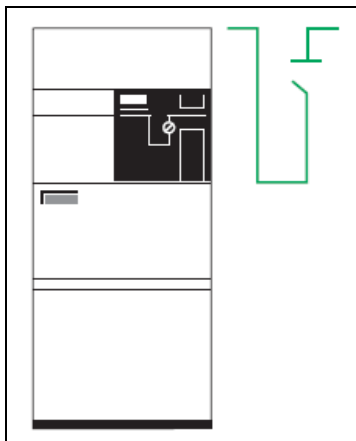


Figura 6 Seccionamiento y remonte con salida barras derecha SME (625 mm)

En su interior se ubicarán los elementos siguientes: juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes; seccionador en SF6 de 400 A; mando CS1 manual dependiente; embarrado de puesta a tierra; y enclavamiento por cerradura tipo E14 impidiendo maniobrar en carga el seccionador de la celda DM1-D e impidiendo maniobrar en carga cualquiera de las dos celdas seccionador que forman el esquema unifilar del centro.

Celda de Paso de Barras – GIM: modelo SM6, de dimensiones 125 x 840 x 1.600 mm (ancho x fondo x alto).

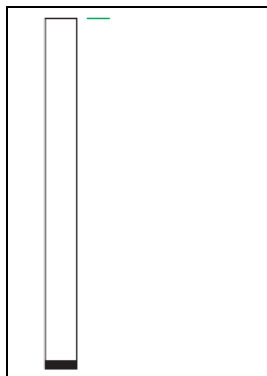


Figura 7 Paso de barras GIM (125 mm)

Esta celda cumple la función de separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado.

Celda de Protección con Interruptor Automático – DM1-D: modelo SDM1DY16, de dimensiones 750 x 1220 x 1.600 mm (ancho x fondo x alto).

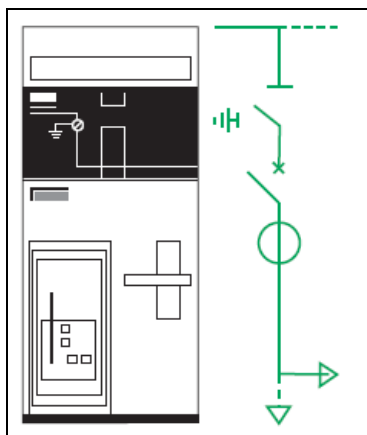


Figura 8 Interruptor automático de protección general salida cable inferior o derecha por barras DM1-D (750 mm)

Esta celda contiene: juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes; seccionador en SF6; mando CS1 manual; interruptor automático de corte en SF6, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz; mando RI de actuación manual; tres captadores de intensidad modelo CSa 20A para la alimentación del relé VIP200 y embarrado de puesta a tierra.

Celda de Medida – GBCA: modelo SGBCA3316, de dimensiones 750 x 1.038 x 1.600 mm (ancho x fondo x alto).

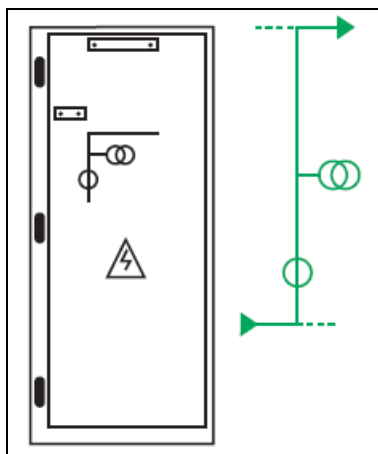


Figura 9 Medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras. GBC-A (750 mm)

En su interior se ubicarán los elementos siguientes: juegos de barras tripolar de 400 A; entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha; tres transformadores de intensidad y tres transformadores de tensión unipolares.

Celda de Protección con Interruptor Automático – DM1-C: modelo SDM1CY16, de dimensiones 750 x 1220 x 1.600 mm (ancho x fondo x alto).

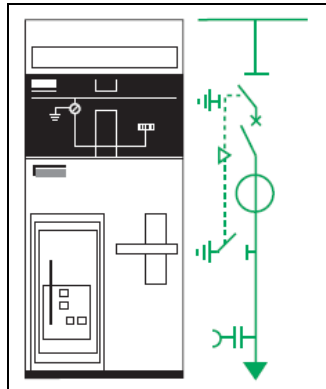


Figura 10 Interruptor automático de protección transformador DM1-C (750 mm)

Esta celda contiene: juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes; seccionador en SF6; mando CS1 manual; interruptor automático de corte en SF6, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.; mando RI de actuación manual; tres captadores de intensidad modelo CSa 20A para la alimentación del relé VIP200; embarrado de puesta a tierra y seccionador de puesta a tierra.

#### 1.2.3.1.2 Transformadores

Se ha previsto la utilización de transformadores secos con bobinados de media tensión encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi. El uso de transformadores secos proporciona una mayor seguridad frente al riesgo de incendios, siendo su encapsulado ignífugo y autoextinguible. Adicionalmente se evitan riesgos por derrames de líquidos contaminantes, por lo que no requieren la construcción de un foso para la recogida del aceite. La Figura 11 muestra un transformador seco MT/BT.



Figura 11 Transformador seco MT/BT

Los transformadores tendrán una tensión de entrada será de 20 kV entre fases, y proporcionarán una tensión de salida en vacío de 420 V entre fases y 242 V entre fase y neutro. Dispondrán de neutro accesible en baja tensión, siendo su refrigeración natural.

Se han seleccionado dos transformadores modelo TRIHAL del fabricante Melin Gerin para su instalación, dotados con una potencia unitaria de 1.250 kVA, que responden a las siguientes características:

Parámetro	Valor
Potencia nominal	1250kVA
Tensión nominal primaria	20 kV
Regulación en el primario	2,5% +5% +7,5% +10%
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V
Tensión de cortocircuito	6%
Grupo de conexión	Dyn11
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s	125kV
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	50kV
Protección térmica por seis sondas PTC	

Tabla 5 Características principales de los transformadores secos TRIHAL.

La conexión en el lado de Alta Tensión se realizará mediante un juego de puentes de cables unipolares de aluminio, con aislamiento RHZ1 12/20 kV, y de 95 mm<sup>2</sup> de sección.

En el apartado 2.3.2 relativo a las líneas de alimentación al Cuadro General de Mando y Protección se justifica la conexión de los transformadores en el lado de Baja Tensión. Dicha conexión se realizará mediante cables unipolares de cobre con aislamiento RV 0,6/1 kV de 5 x 240 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases y de 3 x 240 mm<sup>2</sup> de sección para el neutro. Cada una de las salidas desde los transformadores estará protegida mediante un interruptor automático tetrapolar sobre bastidor abierto tipo Masterpact de Merlin Gerin de intensidad nominal 2000 Amperios, con unidad de control electrónica para protección contra sobrecargas y contra cortocircuitos, ambos

umbrales regulables, con posibilidad de mantenimiento de los contactos de corte principales y de los mecanismos auxiliares más importantes.

### 1.2.3.1.3 Puesta a Tierra

En el apartado 1.2.8 del presente proyecto se describen los distintos sistemas de puesta a tierra del edificio. A continuación se describe exclusivamente la red de puesta a tierra en el Centro de Transformación.

La red de puesta a tierra del neutro de los transformadores o tierra de servicio, conectará a tierra el neutro de los transformadores y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida. La justificación del esquema de conexión a tierra proyectado, esquema TT, se recoge en el apartado 1.2.6.1.

A la tierra de protección se conectarán los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La red de puesta a tierra de la aparamenta del centro de transformación se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable estará sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

### 1.2.3.2 Grupo Electrónico

El suministro eléctrico complementario para hacer frente al posible fallo del suministro eléctrico normal de compañía será aportado por un Grupo Electrónico ubicado en una sala dedicada a este fin con una superficie total de 20,80 m<sup>2</sup> dentro de la zona de instalaciones del edificio. La potencia nominal del Grupo Electrónico seleccionado resulta de la suma de las potencias absorbidas por los receptores a alimentar durante la falta de energía de red, multiplicada por un factor de simultaneidad y considerando un margen de reserva para futuros consumos.

En la Tabla 2 del presente proyecto se recoge la previsión de potencia para el edificio del hospital, quedando justificada posteriormente en el apartado 2.1. La potencia instalada para el suministro complementario es de 579 kW, que considerando un factor de potencia para el global de la instalación de 0,9 supone una potencia aparente instalada de 644 kVA. Tras la aplicación de los coeficientes de simultaneidad previstos, resulta una potencia simultánea de 431 kW, que en las condiciones anteriores equivale a una potencia aparente simultánea de 479 kVA.

Con estas premisas se ha seleccionado un Grupo Electrónico con una potencia nominal de 650 kVA en régimen continuo. Esta será la potencia principal disponible durante un número de horas ilimitado de acuerdo con la ISO 8528-1. La potencia de reserva disponible para su utilización en situaciones de emergencia por este equipo es de 715 kVA, equivalente a una sobrecarga del 10% durante una hora de cada doce, según establece la norma ISO 3046-1.

En estas condiciones tendremos el siguiente coeficiente de simultaneidad en régimen de funcionamiento continuo del grupo electrónico:

$$C_{Simul} = \frac{650}{644} > 1$$

El REBT establece la obligatoriedad de un suministro complementario mínimo equivalente al 25% del total instalado para hospitales, resultando para esta instalación en régimen continuo:

$$S_{Complementario-Continuo} = \frac{650}{2500} = 26\%$$

Y en régimen de emergencia:

$$S_{Complementario-Emergencia} = \frac{715}{2500} = 28,6\%$$

El Grupo Electrónico está constituido por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario Diesel, un generador eléctrico de corriente alterna acoplado en el



mismo eje y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, circuitos de lubricación, combustible, agua, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia y protecciones. Las características de los distintos elementos se han recogido en el apartado 3.3 del pliego de condiciones técnicas del presente proyecto.

El local donde se ubicará el Grupo Electrónico estará convenientemente aislado para reducir al máximo los ruidos y vibraciones que produce el equipo, disponiendo de cimientos separados de los cimientos y muros del edificio. Asimismo, en el camino de escape de los gases de combustión, deben instalarse dispositivos silenciadores y cámaras de insonorización.

El arranque del equipo se realizará mediante un motor eléctrico alimentado por baterías. Se mantendrá su estado óptimo de carga en todo momento mediante un cargador de baterías.

La conmutación entre redes, tanto al fallar el suministro eléctrico normal, como al restablecerse el mismo, se realizará mediante un automatismo de transferencia asociado al equipo, modelo ATS010 de ABB o similar, cuyas características técnicas se recogen en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del proyecto.

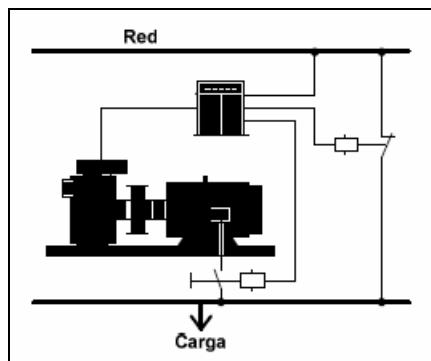


Figura 12 Conmutación Red – Grupo Electrónico

El Grupo Electrónico estará en todo momento listo para entrar en servicio, para lo cual se establecerá un plan de mantenimiento conforme a las especificaciones establecidas por el fabricante del equipo.

## 1.2.4 Instalación de Baja Tensión

En la instrucción ITC-BT-19 se establece que para instalaciones industriales alimentadas directamente en alta tensión a través de un transformador de distribución propio se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador, y para el esquema propuesto en el presente proyecto, en la salida del grupo electrógeno.

Desde ambos, parten las líneas eléctricas hasta el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP). En este punto de la instalación es donde se realizan las conmutaciones entre las líneas de suministro normal procedente de los transformadores y del suministro complementario procedente del grupo electrógeno.

El CGMP alimenta a los distintos Cuadros Secundarios (CS) distribuidos por el hospital a través de las Líneas de Alimentación a Cuadros Secundarios. En los Cuadros Secundarios se ubicarán los elementos de protección para garantizar la seguridad de la instalación y las personas.

Desde los Cuadros Secundarios parten las Líneas de Alimentación a Receptores, que alimentan a las máquinas y demás receptores previstos en el proyecto. En el caso particular de los circuitos que alimentan las habitaciones para pacientes de las plantas primera y segunda, estas líneas alimentarán los cuadros prefabricados instalados en cada habitación y designados en el presente proyecto como “Cuadros tipo habitaciones”.

Las características principales de cada uno de estos elementos constituyentes de la red de distribución en Baja Tensión se describen en los apartados siguientes.

### 1.2.4.1 Líneas de Alimentación a CGMP

Desde el secundario de cada transformador partirá una línea eléctrica que se conectará a las barras del Cuadro General de Mando y Protección. Del mismo modo, del grupo electrógeno partirá una línea para el suministro complementario de reserva que se conectará al embarrado de red + grupo a través de un conmutador automático, que impedirá la conexión simultánea del grupo electrógeno y el suministro procedente de la red.

Las líneas de salida de cada uno de los transformadores serán líneas trifásicas con neutro a 400/230 V formadas por cinco conductores de cobre de 240 mm<sup>2</sup> de sección por cada una de las fases y tres conductores de 240 mm<sup>2</sup> para el neutro.

Las líneas de salida de los grupos electrógenos serán también trifásicas con neutro, formadas por tres conductores de cobre de 240 mm<sup>2</sup> por cada fase y dos conductores de 240 mm<sup>2</sup> para el neutro.

Según se establece en la ITC-BT-028 dentro del apartado correspondiente a las prescripciones de carácter general, los cables eléctricos a utilizar serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, del tipo UNE RV 0.6/1KV, según especificaciones indicadas en la Norma UNE 21.123 partes cuatro o cinco y en la norma UNE21.10002, dependiendo de la tensión asignada al cable.

Se dispondrán en canaleta de hormigón a lo largo de la comunicación entre el Centro de transformación y el cuadro general de mando y protección. La sección de la canaleta permitirá la ampliación de los conductores instalados en más del 50%. Los cables y sistemas de conducción de cables se instalarán de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en lo que a seguridad contra incendios se refiere.

#### 1.2.4.2 Cuadro General de Mando y Protección

El Cuadro General de Mando y Protección estará ubicado en la sala para instalaciones de cuadros eléctricos en Planta Sótano junto a las dependencias donde se encuentra el grupo electrógeno y el centro de transformación.

Estará formado por paneles de tipo armario, montados sobre el suelo y apoyados sobre un zócalo metálico de 10 cm, con resistencia suficiente para que el cuadro pueda ser elevado mediante carretilla sin producir deformaciones. El zócalo se anclará por una parte al piso terminado y por otra al cuadro. La chapa será de acero suave de 3 mm de espesor en el armazón y de 2 mm en la chapa doblada. El cuadro será ampliable, por ambos extremos, siendo sus paneles perimetrales desmontables.

La puerta del cuadro en la parte delantera estará dotada de juntas de neopreno o polímero similar, para conseguir una buena estanqueidad al polvo. Llevará bisagras, cerradura con 3 puntos de anclaje y trenza flexible de cobre para su puesta a tierra. Adicionalmente dispondrá de un compartimento ex profeso para dejar los planos del cuadro.

Se instalará un ventilador axial en el techo del cuadro, controlado por un termostato regulable entre 25 °C y 50 °C. La puerta dispondrá de una indicación digital de la temperatura en el interior del cuadro.

La entrada y salida de cables al cuadro se realizará por la parte superior e inferior. Todas las conexiones se realizarán mediante bornas y/o terminales adecuados a la sección del conductor.

Contendrá un interruptor automático tetrapolar sobre bastidor abierto del tipo Masterpact de Merlin Gerin de intensidad nominal 2.000 A por cada una de las alimentaciones desde los transformadores. Estos interruptores contarán con su propia unidad de control electrónico para protección contra sobrecargas y cortocircuitos, de

umbrales regulables y con posibilidad de mantenimiento de los contactos de corte principales y de los mecanismos auxiliares más importantes.

Al cuadro llegará también la alimentación procedente del grupo electrógeno. Se instalará un interruptor general, dotado de bloques de protección magnética y térmica y bloque de protección diferencial de 300 mA de sensibilidad. El interruptor será de 1200 A de intensidad nominal y estará dotado de un poder de corte de 50kA.

De este cuadro parten las líneas de alimentación hacia los Cuadros Secundarios cuyas características se describen a continuación. Los detalles de los distintos circuitos quedan reflejados en los planos y su justificación en el apartado de cálculos.

#### 1.2.4.3 Líneas de Alimentación a Cuadros Secundarios

Son las líneas que partiendo del Cuadro General de Mando y Protección alimentan a los distintos cuadros secundarios distribuidos por el hospital.

Dichas alimentaciones serán realizadas mediante líneas trifásicas con neutro a 400/230V-50Hz y estarán formadas por conductores unipolares de cobre del tipo RV 0.6/1KV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida según especificaciones indicadas en la Norma UNE 21.123 partes cuatro o cinco y en la norma UNE21.10002, dependiendo de la tensión asignada al cable (REBT). Dichos cables no tienen aplicadas diferentes coloraciones, por lo que el instalador debe identificar los conductores mediante medios apropiados en cada extremo del cable.

Las secciones para cada línea serán acordes con la potencia a transportar en cada caso y la máxima caída de tensión admisible proyectada. Las secciones calculadas se indican en cada caso en los apartados de planos y cálculos que forman parte del presente proyecto.

Se llevarán las líneas desde cada uno de los embarrados del CGMP para los servicios de red y red+grupo, descritos en los apartados anteriores, hasta los cuadros secundarios previstos en las diferentes ubicaciones del edificio.

Estas líneas discurrirán por el techo de la planta sótano, sobre bandejas metálicas, hasta alcanzar los huecos verticales para instalaciones previstos y detallados en los planos del conjunto, donde se conectarán a unas canalizaciones tipo prefabricado para distribución. Dichas canalizaciones dispondrán de una reserva espacial del 25% para permitir ampliaciones futuras si fuera preciso. Se utilizarán canalizaciones independientes para los servicios de red y red+grupo. Adicionalmente estarán dotadas de cajas de registro en cada planta de características descritas en el apartado 3.4.1.

#### 1.2.4.4 Cuadros Secundarios

Se instalarán los Cuadros Secundarios (CS) para las distintas áreas funcionales distribuidos estratégicamente en distintas zonas del edificio. Cada uno de estos CS dispondrá de un interruptor de corte en carga general. Adicionalmente estará equipado con interruptores automáticos magnetotérmicos para protección contra sobrecargas y cortocircuitos, e interruptores diferenciales para proteger contra posibles defectos a tierra que pudieran producirse en los diversos circuitos de alumbrado y fuerza. Su número y características se indican en los esquemas y planos correspondientes. Los CS serán de construcción metálica, montaje adosado y estarán provistos de tapa de cierre, siendo sus dimensiones las indicadas en el apartado 3.4.3 del proyecto.

En la determinación y elección de los interruptores se ha tenido en cuenta el estudio de la selectividad en el disparo frente a cortocircuitos, de forma que únicamente dispare el interruptor más cercano al punto donde ha tenido lugar la falla, dejando con ello fuera de servicio la mínima parte de la instalación en la incidencia:

- El tiempo de no actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales tipo S o los de tipo retardado de tiempo regulable cumplen con esta condición.
- La intensidad diferencial residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior a la del diferencial situado aguas abajo.

Estos cuadros podrán alimentarse de Red, que repartirá a los servicios normales, de Red+Grupo para los receptores de servicio permanente y de SAIs descentralizados según descrito en el apartado 1.2.5.

Adicionalmente, cada una de las habitaciones para pacientes ubicadas en las plantas primera y segunda dispondrá de un cuadro prefabricado que alimentará los circuitos de alumbrado y fuerza de la habitación y su aseo. El cuadro contendrá los dispositivos de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos indicados en los apartados de cálculos y planos del proyecto. En cuanto a la protección diferencial, estos cuadros estarán dotados de equipos de alta sensibilidad, para corrientes diferenciales de 30 mA.

La denominación de los distintos cuadros se ha realizado en función de los siguientes criterios:

C+Tipo de Alimentación+Planta+Zona/Sección
---

Donde:

C = cuadro

Tipo de Alimentación: R = Red; RG = Red+Grupo; S = SAI

Planta: PS = P. Sótano; PB = P. Baja; P1 = P. Primera; P2 = P. Segunda

Zona/Sección: según los criterios expuestos en el apartado 1.1 y representados en la Figura 2 del presente proyecto.

### 1.2.4.5 Líneas de Cuadros a Receptores

Son las líneas que partiendo de los cuadros secundarios alimentan a las máquinas y demás receptores previstos en el proyecto.

Estos circuitos estarán formados por conductores unipolares de cobre con aislamiento de PVC, apto para una tensión de servicio de 750 V, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Las secciones que se adoptarán se indican y justifican en la memoria justificativa de cálculos. El conductor de tierra será independiente por cada circuito e irá canalizado junto con los conductores activos de su circuito.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos, que se corresponderán con el código establecido en la instrucción ITC-BT-19 del REBT. Cuando exista conductor neutro en la instalación, se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris. La siguiente tabla ilustra el código de colores para los cables de la instalación:






conductor	coloración		
neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	azul 		
protección	verde-amarillo 		
fase	marrón 	negro 	gris 

Figura 13 Código de colores conductores

Los distintos circuitos proyectados se canalizarán mediante tubos rígidos prefabricados de PVC visto fijado al techo y paredes mediante abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, conducidos bajo tubo en falsos techos o con tubos directamente empotrados en la estructura del edificio. En sala de máquinas y planta cubierta se instalarán tubos de acero galvanizado. Se utilizarán canalizaciones independientes para cada uno de los distintos tipos de suministro previstos. El diámetro de los tubos, así como el número de los conductores que contendrán cada uno de ellos, se ajustará a lo dispuesto en la ITC-BT-19.

Se colocarán cajas de registro y derivación que serán metálicas de chapa de acero zincado, de dimensiones mínimas 100 x 100 mm, para una sola entrada por cada lateral. En caso de necesitarse más entradas o salidas las dimensiones mínimas serán de 150 x 150 mm. Se montarán cajas de registro como máximo cada 15 metros no permitiéndose más de dos codos de 90° entre cajas. Estas, una vez terminadas las obras, quedarán accesibles y desmontables. Las conexiones en su interior se realizarán mediante bornas o elementos adecuados, nunca por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores.

Se han dispuesto interruptores para mando local de habitaciones, despachos, aseos y en general para todas las dependencias cerradas. El control de encendidos general para halls de entrada, pasillos, escaleras y otras áreas de acceso público se hará a través de los interruptores localizados en los controles de enfermeras y en las esquinas de los pasillos.

Cada uno de los circuitos independientes estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se dispondrán tomas de corriente, estratégicamente distribuidas, para usos varios. Las bases de toma de corriente utilizadas serán conforme a la norma UNE 20315. Se identificarán las diferentes tomas de corriente, utilizando el blanco para las tomas de red y el verde para las tomas de red+grupo. Las tomas deben estar empotradas en la pared a una altura de 0,30 metros. En las salas y pasillo técnicos, las tomas de deben tener un grado mínimo de protección IP-55, serán para montaje superficie y montados en la pared a 1,2 m y 2,0 m de altura del pavimento respectivamente.

Para la previsión de las futuras necesidades del hospital, se dejarán una serie de cajas con bornas, distribuidas por las diferentes plantas del edificio, representadas en los planos del conjunto.

#### 1.2.4.6 Instalaciones de Alumbrado

##### 1.2.4.6.1 Alumbrado de interiores

El objetivo del diseño de las instalaciones de iluminación es el dotar en todo momento al edificio de los niveles medios de iluminación adecuados para cada una de las áreas funcionales que lo componen, teniendo en cuenta los usos a que se destinan dichas dependencias, y priorizando el uso de equipos de alto rendimiento y bajo consumo.

Los niveles medios de iluminación proyectados en distintas zonas son los siguientes (Tabla 6):



Área Funcional	Iluminación Media Proyectada (lx)
Habitaciones General	300
Habitaciones Cama	500
Comedores	250
Consultas	500
Salas de Espera	250
Piscina de Rehabilitación	350
Salas Rehabilitación	500
Sala Terapia Ocupacional	350
Puertas de Entrada y Hall	350
Pasillos	200
Cafetería	250
Cocinas	300
Despachos y oficinas	400
Almacenes	150
Aparcamiento	150
Quirófanos	800
Sala Urgencias	600

Tabla 6 Niveles medios de iluminación proyectados

El alumbrado se realizará generalmente mediante luminarias empotradas equipadas con lámparas fluorescentes lineales, fluorescentes compactas o de halogenuros metálicos.

Las lámparas fluorescentes lineales se instalarán en pantallas para empotrar en falso techo construidas completamente en aluminio y con difusor en rejilla antideslumbrante de aluminio plateado. Dentro de la gama de productos ofertados por el fabricante seleccionado existen pantallas para instalar uno, dos, tres y hasta cuatro tubos fluorescentes. En el diseño se ha optado por pantallas con capacidad para instalar dos o cuatro lámparas de 18 o 36 W. En función de la combinación elegida en cada caso se obtendrán los flujos lumínicos siguientes:

- 2 x 18 W: 2.700 lm
- 2 x 36 W: 6.700 lm
- 4 x 18 W: 5.400 lm
- 4 x 36 W: 13.400 lm

Las lámparas fluorescentes compactas se instalarán en luminarias para empotrar en falso techo construidas en chapa de acero galvanizado y difusor de seis aspas. Las potencias de estas lámparas serán de 13 o 26 W, según utilización. Las distintas combinaciones posibles aportarán los flujos lumínicos siguientes:

- 2 x 13 W: 1.800 lm
- 2 x 26 W: 3.600 lm

- 3 x 36 W: 5.400 lm

Las lámparas de halogenuros metálicos se instalarán en luminarias estancas para empotrar en falso techo construidas en fundición inyectada de aluminio con cristal difusor y grado de estanqueidad IP65. Cada luminaria estará equipada con una lámpara de Halogenuros Metálicos de 70W (1 x HIT-C 70 W).

Las características de los distintos equipos se detallan en el Pliego de Condiciones Técnicas, en el apartado 3.8 relativo a “Equipos de alumbrado”.

A continuación se describen los equipos elegidos para las distintas dependencias del Hospital:

- Se instalarán lámparas fluorescentes compactas en configuración 2 x 26 W en las habitaciones para pacientes de las plantas primera y segunda, cafetería, aseos y pasillos. La configuración 2 x 13 W se utilizará en las salas de espera, capilla y tanatorio. Por último, la configuración 3 x 26 W se instalará en el hall de entrada principal, puertas de entrada y hall de cada una de las plantas.
- Las lámparas fluorescentes lineales se ubicarán en comedores y sala polivalente en configuración 2 x 18 W; en sala de terapia ocupacional, despachos y oficinas en configuración 4 x 18 W; en el aparcamiento en configuración 2 x 36 W y en sala de urgencias, salas de rehabilitación, farmacia y consultas en configuración 4 x 36 W.
- Las lámparas estancas de halogenuros metálicos se instalarán para la iluminación de la piscina de rehabilitación.

En la memoria de cálculos se recogen los resultados obtenidos que justifican el diseño propuesto.

Adicionalmente, está previsto el uso de cabeceros para camas de hospital con tomas de gases incorporadas. El modelo elegido está construido en perfil de aluminio extruido, con su superficie recubierta de una pintura en polvo de poliéster polimerizada, resistente a los choques y a los productos de limpieza.

Los cabeceros disponen de cinco cámaras independientes, que alojan por separado:

1. Tomas de fluidos. En la parte inferior y en un perfil de aluminio similar al conjunto del cabecero van alojadas las tomas de oxígeno, vacío, aire medicinal, protóxido, etc. La unión de los tubos de alimentación a las tomas de fluidos médicos se hace al aire, colocándose después a presión la tapa de perfil de aluminio. Las tomas de gases pueden ser de cualquier fabricante, de distinta norma, y variar el número de las mismas, a petición del usuario. También se pueden dejar los orificios adecuados de las tomas de gases, para su instalación posterior.
2. Luz ambiente. En la parte superior del cabecero se instalarán tubos fluorescentes de 18W.

3. Luz de lectura, luz de reconocimiento y mecanismos eléctricos. En la parte frontal se instalarán dos lámparas de 36W con encendidos independientes. Individualmente dotarán al enfermo de niveles de iluminación óptimos para la lectura, consiguiéndose con la combinación de ambas una luminancia de 500 luxes en el abdomen del enfermo.
4. Tomas de Corriente. En la parte frontal del cabecero, a un lado de la iluminación y opuesto a las tomas de gases, van instaladas dos tomas eléctricas tipo Shucko de 16A 230V.
5. Cables múltiples para corrientes débiles: teléfono, TV, micrófono y llamada enfermera. En la cara frontal, a un lado de la iluminación, va instalado un mando ergonómico, para ser accionado por el enfermo, que puede actuar sobre la luz ambiente, la luz de lectura o llamar a la enfermera.

Dispone en su parte superior un rail acoplado que permite suspender un porta goteros o un foco de exploración extensible.



Figura 14 Cabecero Cama Tipo

En cada uno de los dos quirófanos se dispondrá de una lámpara escialítica con una autonomía de 2 horas y de intensidad luminosa de 40.000 lux a 0,8 metros de distancia. El modelo elegido está constituido por un módulo de cuatro focos equipados con cuatro lámparas halógenas dicroicas y de haz concentrado que después de pasar a través de dos filtros anticalóricos definen en el campo operatorio un círculo de aproximadamente 30 cm. de diámetro de intensa luz blanca y fría.

La siguiente tabla recoge las características técnicas del modelo seleccionado:

Datos Técnicos	
Radio de acción del módulo	1.600 mm.
Diámetro de la pantalla	500 mm.
Ángulo de giro	360 °
Altura standard del quirófano	2.700 mm.
Altura mínima del quirófano	2.450 mm.
Cantidad total de focos	4
Intensidad luminosa aproximada a 0.80 m	40.000 lux
Tensión de alimentación estándar	230V - 50 Hz
Potencia eléctrica total	200 VA
Lamparas alógenas dicróicas	12V-50W
Peso total	30 Kg.
Equipo de emergencia para cortes de energía eléctrica	2 horas

Tabla 7 Datos Técnicos Lámpara Escialítica

Estas lámparas llevan asociado tableros de mando equipados con un interruptor con indicación de módulo apagado. La fuente de alimentación del módulo, ubicada en su interior está compuesta por un transformador y dos fusibles, uno para el circuito primario y otro para el secundario. Estas características aportan una gran seguridad ante cualquier accidente eléctrico, ya que al cuerpo de la lámpara solo llegan 24V, eliminando el riesgo de electrocución. La pantalla tiene un giro irrestricto de 360 grados, asegurándose el suministro eléctrico a través de un sistema de anillos rozantes.



Figura 15 Lámpara escialítica + tablero de mando. Fuente:

#### 1.2.4.6.2 Alumbrado de Emergencia

Atendiendo a las prescripciones de la ITC-BT-028 del REBT 2002 se define alumbrado de emergencia como aquel previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce un

fallo en la alimentación del alumbrado normal, entendiéndose por fallo cuando la tensión desciende por debajo del 70% de la tensión nominal. Definiciones:

Alumbrado de seguridad: destinado a garantizar la iluminación durante la evacuación de una zona, distinguiendo entre:

1. Alumbrado de evacuación, que permitirá reconocer y utilizar las rutas de evacuación proyectadas, proporcionando una iluminancia mínima de 1 lux a nivel del suelo en vías de evacuación y de 5 lux para identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución.
2. Alumbrado de ambiente o antipánico, que permitirá la identificación y acceso a las rutas de emergencia, proporcionando una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio hasta 1 m de altura y durante un tiempo mínimo de funcionamiento de una hora.
3. Alumbrado de zonas de alto riesgo: es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Su duración mínima será la necesaria para interrumpir las actividades. Permite la interrupción de los trabajos peligrosos con seguridad. Iluminación mínima: 15 lux o 10% de la iluminación normal

La misma luminaria puede cumplir con los requisitos de iluminación de alumbrado de evacuación y alumbrado de ambiente o antipánico, debiendo para ello instalarse al menos 2 por encima del suelo. Para este fin se ha considerado el uso de luminarias de emergencia autónomas del tipo combinado. Contienen dos lámparas fluorescentes de 6 W de potencia que aportan un flujo lumínico de 200 lúmenes durante una hora. Estos equipos se han fabricado conforme a las normas UNE-EN 60598-2-22 relativa a luminarias para alumbrado de emergencia y UNE 20392 relativa a aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Sus características se detallan en el Pliego de Condiciones Técnicas.

Se ubicarán en las vías de evacuación, salidas de emergencia, cambios de nivel, escaleras y puntos de seguridad como extintores, mangueras de incendio o cuadros de distribución de alumbrado. El artículo 7 de la NBE-CPI (Norma Básica de la Edificación - Condiciones de Protección Contra Incendios) considera origen del recorrido de evacuación todo punto ocupable, por lo tanto, el recorrido de evacuación es el que debe seguir una persona para ir desde todo origen de evacuación hasta una salida del edificio. La función de señalización se realizará mediante señales con símbolos normalizados.

Las líneas de alimentación a las luminarias de emergencia partirán siempre de los cuadros alimentados por los servicios de Red+Grupo.

Se ha considerado como zonas de alto riesgo los quirófanos y sala de urgencias. Para estos lugares la norma establece el uso de alumbrado de reemplazamiento:

Alumbrado de reemplazamiento, que permite la continuación de las actividades normales. Este alumbrado de reemplazamiento debe dar un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal, durante 2 horas como mínimo.

Para cubrir las necesidades de alumbrado de reemplazamiento en quirófanos y sala de urgencias se ha proyectado que los equipos de iluminación normal estén alimentados desde los cuadros de suministro normal y complementario, donde además se ha previsto la utilización de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAIs) con capacidad suficiente para cumplir los requerimientos que se establecen en el reglamento.

Los quirófanos además cuentan con sus respectivas lámparas escialíticas sobre las mesas de intervención, con equipos autónomos independientes a los anteriores, para un funcionamiento superior a dos horas.

### 1.2.4.7 Locales interiores con prescripciones especiales

Adicionalmente a los criterios generales de aplicación a locales de pública concurrencia establecidos en la ITC-BT-28, existen en el proyecto emplazamientos que, debido a los usos a los que se destinan, deberán cumplir con las prescripciones especiales que en cada caso les sean de aplicación. Dichos emplazamientos especiales son: quirófanos, salas de anestesia, cuarto destinado a calderas, bombas y compresores, piscina de rehabilitación y cuartos de baño y aseos.

El cuarto destinado a calderas, bombas y compresores dentro de la zona de instalaciones y en la cubierta del edificio y la sala de anestesia, serán considerados locales con riesgo de incendio o explosión y cumplirán con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-29. La clasificación de estas zonas será de locales con riesgo de incendio o explosión de Clase I, ya que el riesgo es debido a gases, vapores y nieblas. Dentro de esta clasificación se considerará a su vez que se trata de emplazamientos de Zona 1, donde es presumible que en condiciones normales de funcionamiento, se produzca la formación ocasional de la mencionada atmósfera explosiva. El garaje no se ha tenido en cuenta como local susceptible de este riesgo, debido a lo establecido en la instrucción de aplicación mencionada y dada su capacidad para albergar vehículos, no superior a cinco plazas.

La piscina de rehabilitación cumplirá con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-31 dedicada a instalaciones eléctricas en piscinas y fuentes. En esta instrucción se definen tres zonas o volúmenes para piscinas: Zona 0, Zona 1 y Zona 2.

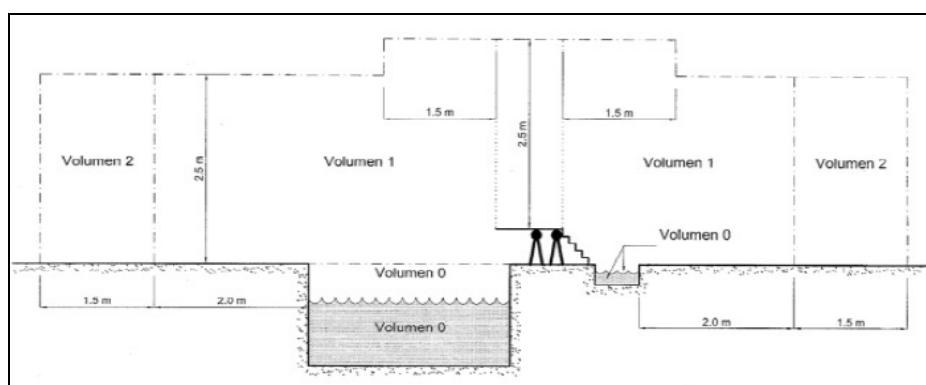


Figura 16 Dimensiones de los volúmenes para depósitos de piscinas

El grado de protección de los equipos a instalar dentro de los distintos volúmenes será según lo establecido en la norma UNE 20.324. Los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1, y 2 serán de las características indicadas en la ITC-BT 30, para los locales mojados.

No serán admisibles las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos o por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Todos los elementos conductores de los volúmenes 0, 1 y 2 y los conductores de protección de todos los equipos con partes conductoras accesibles situados en estos volúmenes, deben conectarse a una conexión equipotencial suplementaria local.

Las instalaciones en cuartos de baño y aseos, se realizarán conforme a la ITC-BT-27. Esta instrucción define los volúmenes que componen: Volumen 0, Volumen 1, Volumen 2 y Volumen 3.

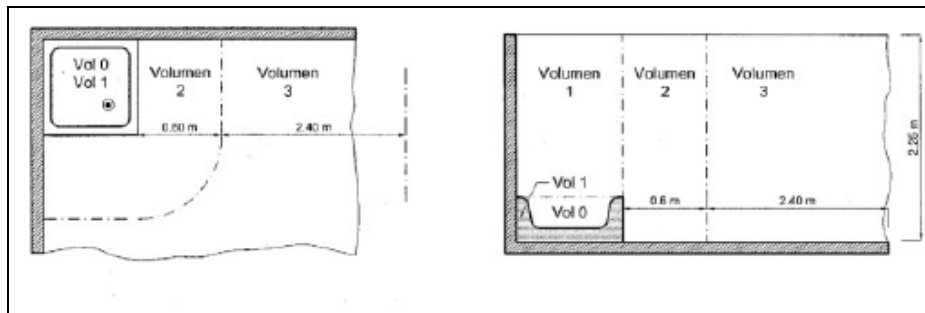


Figura 17 Clasificación de los volúmenes: duchas

En cada habitación para pacientes existe un pequeño cuarto de baño con un plato de ducha. También existe una sala con bañera denominada baño geriátrico.

#### 1.2.4.7.1 Quirófanos

La norma UNE 20460-7-710 establece los criterios para determinar los sistemas de protección en salas hospitalarias, y establece para ello la siguiente clasificación:

- Salas Grupo 0: son aquellas en las que no se utilizan equipos de electromedicina aplicados al paciente, o se utilizan equipos de tipo portátil.
- Salas Grupo 1: son aquellas en las que se utilizan equipos de electromedicina aplicados a partes exteriores o fluidos corporales del paciente, pero no al corazón.
- Salas Grupo 2: son aquellas en las que se utilizan equipos electromédicos aplicados al o en el corazón por procedimientos intracardiacos.

El conjunto hospitalario objeto del presente proyecto cuenta con dos espacios destinados a quirófanos considerados como Salas del Grupo 2 dentro de la anterior clasificación, y que estarán ubicados en la planta sótano, designados en los planos como Quirófano 1 y Quirófano 2. Estos quirófanos cumplirán en todo momento con lo establecido en la ITC-BT-38 del REBT.

Los quirófanos son considerados dentro del conjunto como instalaciones prioritarias, esto es, instalaciones que prestan servicios esenciales en los que debe mantenerse la alimentación eléctrica de forma prioritaria, frente a otros servicios en los que una interrupción momentánea no es tan importante. Por tanto, la continuidad en el suministro es un condicionante fundamental en el diseño de estas instalaciones. Por otro



lado adquiere especial relevancia la seguridad de los pacientes ante el choque eléctrico, condicionando las medidas de protección que se utilizarán en quirófanos.

Las soluciones adoptadas para satisfacer las mencionadas condiciones de continuidad en el suministro y seguridad de las personas han sido la implantación de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs) alimentados desde el suministro de red + grupo, dando servicio a los quirófanos a través de transformadores de aislamiento. Las características de los SAIs propuestos se recogen en el apartado 1.2.5, mientras que el funcionamiento de los transformadores de aislamiento ha sido incluido dentro de la protección por separación eléctrica dentro del apartado 1.2.6.5.

Los transformadores de aislamiento proporcionan protección contra los contactos indirectos sin producir la interrupción de la alimentación al producirse el primer defecto a tierra, reduciendo por tanto la posibilidad de interrupción del servicio a causa de un fallo del aislamiento en la instalación. El sistema de distribución IT, como posteriormente se detalla en el apartado 1.2.6.1, se caracteriza por no distribuir el conductor de neutro y por la utilización de una puesta a tierra diferente a la utilizada en el resto de la instalación. Las masas de la instalación receptora, sin embargo, sí estarán puestas directamente a tierra, logrando valores para la intensidad de fallo a tierra ante un primer defecto de valor muy reducido sin provocar tensiones de contacto peligrosas.

El sistema IT debe ir acompañado de un dispositivo de vigilancia del aislamiento que actúe limitando la corriente del primer fallo por debajo de 0,5 mA. Este sistema dispondrá de una alarma acústica y visual en el interior de cada quirófano. El dispositivo de vigilancia seleccionado para cada quirófano ha sido el Monitor de Aislamiento A-ISOMETER 107TD47 del fabricante BENDER.

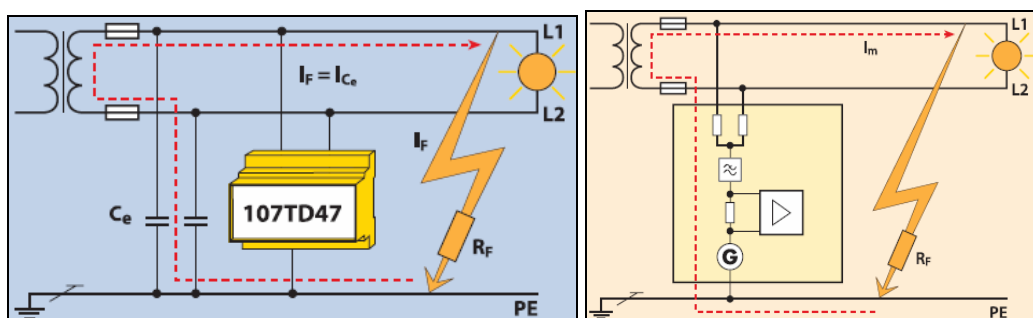


Figura 18 Monitor de Vigilancia del aislamiento A-ISOMETER. Fuente: Bender

Adicionalmente, este dispositivo realizará la vigilancia de sobrecargas y temperatura del transformador de aislamiento. El sistema proporcionará una señal óptica y acústica para que la carga pueda ser reducida desconectando el equipamiento que no sea necesario mediante el dispositivo indicador remoto de alarma y prueba MK 2007 del mismo fabricante.

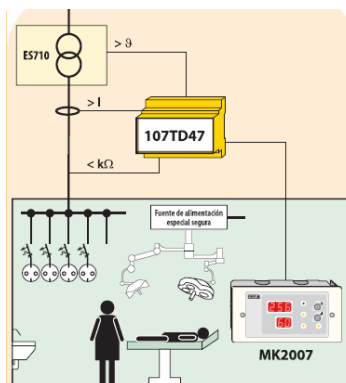


Figura 19 Vigilancia de sobrecargas y temperatura del transformador de aislamiento

Opcionalmente se podrá instalar un dispositivo de localización de fallos de aislamiento que permita detectar el circuito en el que ha tenido lugar el fallo de aislamiento.

Cada quirófano dispondrá de un cuadro de mando y protección individual. En el interior de la sala, y en un lugar fácilmente visible y accesible se instalará un panel de control y alarmas, con características descritas en el apartado 3.4.5.

Los quirófanos dispondrán de una lámpara escialítica con autonomía para dos horas de funcionamiento según se ha descrito en el apartado 1.2.4.6.1 relativo a las instalaciones de iluminación.

En cuanto a la red de tierras el REBT en su instrucción ITC-BT-38 establece la obligatoriedad de la instalación de dos embarrados de puesta a tierra dentro de los quirófanos, uno para la tierra de protección (PT) y otro para la conexión de equipotencialidad (EE). Las masas de los receptores eléctricos se conectarán al embarrado PT, mientras que el resto de masas metálicas de elementos no receptores de electricidad se conectarán al embarrado EE. Ambos se conectarán al embarrado de tierra del cuadro eléctrico, de forma que la impedancia total no supere los 0,2 Ohmios.

### 1.2.5 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida

El REBT establece la obligatoriedad de un suministro especial complementario para la lámpara de quirófano y para los equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio en un tiempo inferior a 0,5 segundos y con una autonomía de 2 horas.

Las lámparas de quirófano previstas en el proyecto disponen por si mismas de los equipos necesarios para dotarlas de una autonomía de 2 horas. Para cubrir las necesidades de suministro eléctrico en aquellas áreas consideradas prioritarias se ha previsto la utilización de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAIs).

La configuración por la que se ha optado en el diseño de la instalación ha sido una configuración distribuida, consistente en múltiples equipos de poca potencia ubicados junto a los consumos de una manera descentralizada.

En consecuencia, dispondrán este suministro especial a través de dos SAIs independientes de 8 kVA con autonomía superior a 2 horas los quirófanos ubicados en la planta sótano. El sistema de Gestión Centralizada del Edificio dispondrá asimismo de un SAI de 8 kVA.

La tecnología de los equipos seleccionados en fase de diseño ha sido SAIs de tipo estático con topología On-line de doble conversión, formados por tres subsistemas principales:

- Rectificador-cargador: para transformar la corriente alterna en continua y cargar las baterías.
- Conjunto de baterías: que permitirán almacenar la energía.
- Inversor: para convertir de nuevo a corriente alterna.

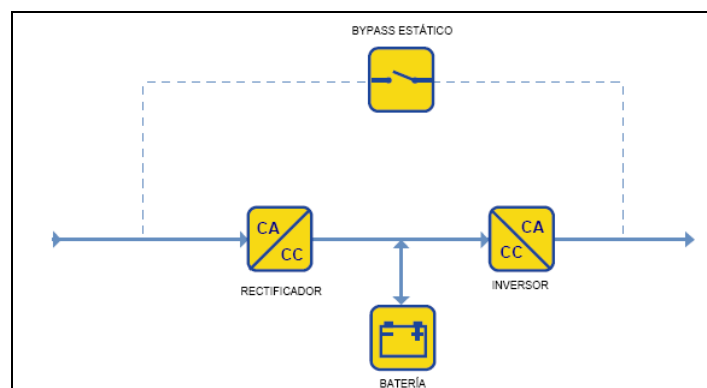


Figura 20 SAIs: Topología On-line de doble conversión

Cada uno de los sistemas en condiciones normales, funciona a través de red con tensión y frecuencias estabilizadas y simultáneamente alimenta el inversor, manteniendo a plena carga las baterías. En caso de fallo de red el suministro lo realizan las baterías,

volviendo a su estado normal de funcionamiento, una vez restablecido el servicio de red-grupo.

Otra consideración a tener en cuenta es la ubicación que establece el REBT en el punto 7 de la ITC-BT-030 para equipos con baterías de acumuladores. Estos equipos se deben situar fuera de la sala de intervención, en un local con ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. En el caso de los quirófanos se opta como solución habitual por la ubicación de los SAIs en el pasillo de sucio.

Adicionalmente, los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento.

## 1.2.6 Sistemas de Protección Eléctrica en Baja Tensión

El Reglamento prevé los sistemas de protección de una instalación eléctrica de baja tensión, algunos encaminados a proteger los circuitos contra los efectos de sobreintensidades y sobretensiones y otros orientados a efectos de seguridad general, para evitar los contactos directos, y anular el efecto de los indirectos.

### 1.2.6.1 Esquema de Conexión a Tierra de la instalación

Los Esquemas de Conexión a Tierra (ECT) quedan recogidos por el reglamento en su instrucción ITC-BT-8. Todos los esquemas descritos tienen una misma finalidad en cuanto a la protección de personas y bienes: el control de los efectos de un defecto de aislamiento. Por ello se consideran equivalentes en cuanto a la seguridad de las personas frente a contactos indirectos. Pero no es necesariamente así para la seguridad de la instalación eléctrica de BT en lo que se refiere a la disponibilidad de energía y mantenimiento de la instalación. Será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado en la determinación de las características de las medidas de protección.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones de tierra de la red de distribución, por un lado, y de las masas de la instalación receptora. Según la ITC-BT-1 se define masa como el conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Su denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra. Se refiere a la situación de la alimentación respecto de tierra:
  - T = conexión directa de un punto de la alimentación a tierra
  - I = aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto de tierra a través de una impedancia
- Segunda letra. Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto de tierra:
  - T = masas conectadas directamente a tierra independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
  - N = masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra. En corriente alterna ese punto es normalmente el punto neutro.
- Otras letras. Se refiere a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.
  - S = Las funciones de neutro y de protección aseguradas por conductores separados.
  - C = Las funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor (conductor CPN)

En función a la clasificación anterior se obtienen los siguientes tipos de esquemas de distribución: TT, TN (TN-C, TN-S, TN-C-S) e IT.

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación:

- Las redes de distribución pública tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria, siendo este punto el punto de neutro de la red. Por tanto el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT. No obstante puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones citadas para el esquema IT.
- En instalaciones alimentadas en baja tensión a partir de un centro de distribución de abonado se podrá elegir entre cualquiera de los tres esquemas citados.

La instalación objeto del presente proyecto se ha diseñado en general para un esquema TT no requiriendo por tanto una vigilancia permanente de la instalación. En aquellas zonas que, debido a sus usos, exijan una mayor continuidad en el suministro eléctrico, como los quirófanos, se ha propuesto la utilización del esquema IT mediante el uso de transformadores de aislamiento. En estos casos la monitorización del primer defecto de aislamiento y su inmediata localización y eliminación, permiten una prevención sistemática contra todo peligro de electrocución en los mismos.

#### 1.2.6.2 Protección de la instalación contra sobreintensidades

En el diseño de los mecanismos de protección contra sobreintensidades se han tenido en cuenta las disposiciones establecidas en la ITC-BT-22 del REBT.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por sobrecargas, cortocircuitos o descargas atmosféricas. Los dispositivos que se utilizarán serán interruptores automáticos de corte omnipolar. En todos los casos el poder de corte de los interruptores será mayor que la intensidad de cortocircuito máxima que pueda producirse en el punto de su instalación y ofrecerán la protección térmica adecuada al límite de intensidad de corriente soportado por cada conductor a proteger.

Los dispositivos a utilizar serán en todo momento conformes a las normas recogidas en la siguiente tabla:

Dispositivos de Protección contra sobreintensidades	
UNE-EN-60898	Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)
UNE-EN-60947-2	Interruptores automáticos (asociados a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)
UNE-EN-61009	Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)
UNE 60269	Fusibles

Tabla 8 Dispositivos de Protección contra Sobreintensidades

Todos los circuitos de la instalación estarán protegidos contra las sobreintensidades que puedan presentarse exigiéndose coordinación y selectividad entre todos los dispositivos instalados. Los valores característicos de cada dispositivo se recogen en la memoria de cálculos del presente proyecto. Las curvas de disparo de los mismos han sido incluidas en el pliego de condiciones técnicas.

### 1.2.6.3 Protección de la instalación contra sobretensiones

La protección contra las sobretensiones en la instalación proyectada se ha realizado teniendo en cuenta las prescripciones de la ITC-BT-23 del REBT. Esta instrucción únicamente hace referencia a las sobretensiones transitorias, no teniendo en cuenta las sobretensiones permanentes, por ejemplo debidas a la desconexión o rotura del neutro.

Las sobretensiones transitorias se originan fundamentalmente como consecuencia de las descargas atmosféricas y conmutaciones de redes. En general, las sobretensiones originadas por maniobras en las redes son inferiores, en valor de cresta, a las atmosféricas, y por ello se considera que los requisitos de protección contra descargas atmosféricas garantizarán la protección contra sobretensiones de maniobra. Cuando se produce una descarga atmosférica sobre un conductor se provocan transitorios que se caracterizan por su corta duración, crecimiento rápido y valores de cresta muy elevados quedando los aparatos eléctricos expuestos a recibir una sobretensión.

Teniendo en cuenta el análisis de riesgos establecido en la norma IEC 61662 la instalación objeto del presente proyecto ha sido considerada como situación controlada, que deberá disponer de protección contra sobretensiones, a pesar de estar alimentada por una red subterránea (situación natural). En esta norma se indica que deben ser consideradas como tales aquellas instalaciones en las que el fallo del suministro o equipos pudiera afectar a la vida humana, caso de los equipos médicos previsibles en el proyecto. Además se ha tenido en cuenta el elevado coste y sensibilidad de dichos equipos. Por otro lado, siempre es recomendable que dispongan de esta protección los edificios con elementos de protección externa contra el rayo, habiéndose proyectado un pararrayos descrito en el apartado 1.2.7.

En el apartado 2 de la instrucción ITC-BT-23 se presenta una clasificación de las partes de la instalación, equipos y receptores, en función de los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener dichos equipos. Esta clasificación se ha recogido en el apartado 2.3.4.3 del presente proyecto.

La reducción de las sobretensiones de entrada en cada categoría a valores inferiores a los indicados para cada categoría es el objeto de la protección frente a sobretensiones. Ni los interruptores diferenciales, ni los interruptores automáticos son capaces de detener una sobretensión. Para esta función se emplearán protectores contra sobretensiones específicos. Un protector actúa como un interruptor controlado por tensión. Si la tensión es mayor que la nominal de la línea a proteger, el protector pasa a baja impedancia y deriva a tierra. En estado normal, el protector está en alta impedancia y es transparente a la instalación. Es un dispositivo destinado a limitar las sobretensiones transitorias y a derivar las ondas de corriente hacia tierra para limitar la amplitud de estas sobretensiones a un valor no peligroso para la instalación y el aparellaje eléctrico.

Los dispositivos a instalar serán de características equivalentes a los establecidos en la norma EN 61643. Esta norma clasifica en función de sus características los posibles dispositivos a instalar en tres tipos: Clase I, Clase II y Clase III.

Está prevista su instalación en varios niveles de manera coordinada, de manera que en el CGMP se instalará un equipo de alto poder de descarga o protección basta, mediante el empleo de un limitador de sobretensiones de clase I. La protección media y fina se realizará a través de limitadores de sobretensiones de clase II colocados en los distintos cuadros secundarios. Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro y la tierra de la instalación.

Para el régimen de neutro previsto, esquema TT, el dispositivo de protección contra sobretensiones podrá instalarse tanto aguas arriba, entre el interruptor general y el propio diferencial, o aguas abajo del interruptor diferencial, siendo en este último caso del tipo selectivo de tipo S (retardado).

Las características técnicas de los modelos elegidos quedan definidas en el apartado 3.5 del pliego de condiciones técnicas del proyecto.

#### **1.2.6.4 Protección contra los contactos directos**

En la protección contra los contactos directos se han tenido en cuenta las prescripciones establecidas en la ITC-BT-24 del REBT.

Esta protección consiste en tomar medidas destinadas a proteger a las personas o animales de los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.



Estas medidas serán conformes a las establecidas por la norma UNE 20.460-4-41 siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas, mediante el uso de conductores aislados en todos los puntos de la instalación.
- Protección por medios de barreras o envolventes. Los cuadros y cajas de derivación estarán formados por envolventes que garanticen la seguridad en las conexiones, y manteniendo los grados de protección mínimos exigidos. Las luminarias contarán asimismo con los equipos adecuados para evitar contactos accidentales, no pudiendo ser manipuladas sin las herramientas adecuadas.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento, mediante la ubicación de las instalaciones eléctricas principales en locales dedicados con acceso restringido a personal especializado.
- Protección complementaria por dispositivo de corriente diferencial residual (DDR). Esta es una medida destinada solamente a completar las anteriores, no constituyendo por sí mismo, una medida de protección completa. Se propone el uso de dispositivos de alta sensibilidad ( $\leq 30$  mA) para casos de contacto accidental o imprudente con partes activas de la instalación.

#### 1.2.6.5 Protección contra los contactos indirectos

Las medidas de protección contra contactos indirectos cumplirán con lo establecido en el apartado 4 de la ITC-BT-24 del REBT.

Se define contacto indirecto como el contacto de personas o animales domésticos con partes de la instalación que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo en el aislamiento. Circula entonces una corriente de defecto y provoca una elevación de la tensión entre la masa del receptor eléctrico y tierra; aparece por tanto una tensión de defecto peligrosa. El reglamento establece un valor límite para esta tensión de defecto de 50 V ( $U_L=50V$ ) en general y de 24 V para locales húmedos de aplicación en este proyecto.

Las medidas de protección contra contactos indirectos se apoyan en tres principios fundamentales:

- La conexión a tierra de las masas de los receptores y equipos eléctricos, para evitar que un defecto de aislamiento se convierta en el equivalente a un contacto directo.
- La equipotencialidad de masas accesibles simultáneamente: la interconexión de estas masas contribuye eficazmente a reducir la tensión de contacto. Esto se hace mediante el conductor de protección (PE) que interconecta las masas de los materiales eléctricos para el conjunto de un edificio, eventualmente completada con conexiones equipotenciales adicionales.
- La gestión del riesgo eléctrico: esta gestión se optimiza con la prevención. Por ejemplo, al medir el estado del aislamiento de un equipo antes de su conexión, o

por la predicción del defecto basada en el seguimiento de la evolución, con tensión, del aislamiento de una instalación alimentada y aislada de tierra (IT).

Las medidas que se adoptarán en este sentido dentro de la instalación del hospital son las siguientes:

Protección por corte automático de la alimentación.

Si se produce un defecto de aislamiento y éste genera una tensión de defecto peligrosa, hay que eliminarlo desconectando automáticamente la parte de la instalación donde se produce el defecto. La forma de suprimir el riesgo depende entonces del ECT. El corte automático después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

En la protección contra contactos indirectos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Se creará el denominado “bucle de defecto” que permita la circulación de la corriente de defecto generada.
- Se seleccionarán los dispositivos de protección adecuados de acuerdo con el esquema de conexión de tierra de la instalación.

Protección por empleo de equipos de clase II o aislamiento equivalente.

Los equipos o materiales clase II son aquellos en los que la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad complementaria tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación. Estos materiales u equipos deben alimentarse con cables con doble aislamiento o aislamiento reforzado. La norma UNE 20.460-4-41 describe las características y revestimientos que deben cumplir las envolventes de estos equipos. Estos equipos vienen marcados por el símbolo:



Figura 21 Símbolo para marcar equipos de clase II

Protección por separación eléctrica

La separación eléctrica de los circuitos es una de las medidas de protección utilizadas en los quirófanos del hospital. Se conseguirá mediante el uso de transformadores de aislamiento. El símbolo utilizado para equipos de estas características es el siguiente:



Figura 22 Símbolo para indicar la separación eléctrica de circuitos

Este sistema consiste en alimentar los circuitos que se desea proteger a través de un transformador de aislamiento con razón de transformación 1:1, cuyo secundario estará aislado de tierra. Los transformadores de aislamiento cumplirán con las siguientes condiciones:

- Su construcción será de tipo doble aislamiento.
- El circuito secundario no tendrá ningún punto común con el circuito primario ni con ningún otro circuito distinto.
- No se emplearán conductores ni contactos de tierra de protección en los circuitos conectados al secundario.
- Las carcasas de los equipos conectados al secundario no estarán conectadas a tierra ni a la carcasa de otros equipos conectados a otros circuitos, pero la carcasa de todos los equipos conectados al circuito secundario estarán interconectados mediante un conductor de protección.
- El límite de tensión y de potencia para transformadores de aislamiento monofásicos será de 220 V y 10 KVA.

Las características técnicas de los transformadores de aislamiento seleccionados para las instalaciones en los quirófanos del hospital se recogen en el apartado 3.6 del proyecto.

### 1.2.7 Protección contra descargas atmosféricas

El principio de la protección contra rayos consiste en atraer la descarga eléctrica, por medio de un pararrayos, y proporcionarle un camino a tierra de valor bajo de impedancia, de manera que la circulación de la corriente a tierra se realice sin influencias en las personas y bienes, teniendo en cuenta que las descargas llevan consigo, además de las acciones eléctricas, las térmicas y mecánicas debidas al alto valor de la corriente de las descargas.

La regulación en España de los sistemas de protección frente al rayo, reflejada en la norma NTE-IPP (1973) se ha visto reforzada por la edición de las normas UNE 21.185 y 21.286, la primera indicando los principios generales de la protección de las estructuras frente al rayo, en correspondencia con la norma CEI 61024-1(1990), y la segunda haciendo referencia al empleo de pararrayos con dispositivo de cebado (PDC), en correspondencia con la norma francesa NF C 17-102 (1995).

Según esta normativa y conforme a CTE DB-SU8 se instalará un pararrayos con cabeza de captación con dispositivo de cebado, para un radio de protección de 80 m, mástil de 8 m de acero galvanizado y 50 mm de diámetro, dotado de conductor de cobre de 70 mm<sup>2</sup> de sección, sujeto con grapas adecuadas y con tubo protector en la base hasta la altura de 3 m. La puesta a tierra se realizará mediante placa de cobre electrolítico, en arqueta registrable, consiguiendo una resistencia menor que dos Ohmios ( $2\Omega$ ).

## 1.2.8 Red de Tierras

La instalación de la red de tierras de tierras del edificio cumplirá con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-18 del REBT.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Para edificios con centro de transformación propio, en el apartado 11 de la ITC-BT-18 del REBT, se exige que la tierra de las masas de la instalación en baja tensión y la tierra de las masas del centro de transformación sean independientes. Por esta razón se han proyectado tres redes de puesta a tierra independientes:

- Red de puesta a tierra de protección de Baja Tensión.
- Red de puesta a tierra de la aparamenta del centro de transformación.
- Red de puesta a tierra del neutro de los transformadores (ECT TT).

Los criterios que aseguran que las distintas redes de tierras proyectadas son independientes así como las distancias mínimas entre ellas se han desarrollado en el apartado 2.3.5 del presente proyecto. La siguiente figura muestra esquemáticamente la disposición de las redes de puesta a tierra proyectadas:

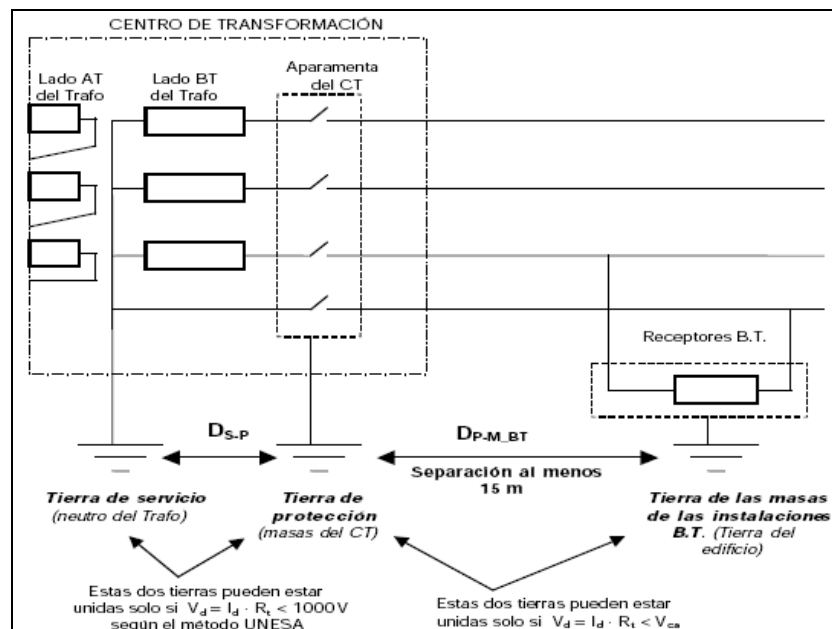


Figura 23 Esquema de tierras con centro de transformación en el mismo edificio. Fuente: Cálculo de sistemas de puesta a tierra en edificios. Rodolfo Dufo Perez.

### 1.2.8.1 Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión

Los valores de resistencia de tierra exigibles por el REBT son muy elevados en general, consiguiéndose fácilmente mediante un adecuado dimensionado de la red de tierras. El objetivo será disponer de una instalación cuyos valores máximos de la resistencia de paso a tierra sean inferiores a 2 ohmios.

Según se indica en la instrucción ITC-BT-26, antes de comenzar la cimentación, en el fondo de las zanjas de cimentación se instalará un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro del edificio (260 metros), al que se conectarán los electrodos de puesta a tierra. La profundidad de los conductores será al menos de 80 centímetros en todos los puntos del recorrido. A este anillo se le conectará la estructura metálica del edificio. Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se cuidará que resulten eléctricamente correctas. Estas uniones se llevarán a cabo mediante soldadura aluminotérmica o autógena de forma que se asegure su fiabilidad. Las conexiones no dañarán ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Para disminuir la resistencia de tierra del conductor en anillo se dispondrán electrodos verticalmente hincados en el terreno. Dichos electrodos cumplirán con las normas UNE 21056 y UNE 202006 relativas a “Picas cilíndricas de acero-cobre”. El número de electrodos proyectado se justifica en la memoria de cálculos del proyecto.

En el edificio existirán diversos puntos de puesta a tierra donde se conectarán los conductores de protección, convenientemente identificados por arquetas registrables de punto de puesta a tierra. Está previsto construir estas arquetas en el cuarto destinado a cuadros eléctricos, huecos de los ascensores y bajantes para la instalación del pararrayos y antenas.

En el borne principal de tierra se instalará un dispositivo para medir la resistencia de la toma de tierra, dotado de un puente seccionador como se muestra en las siguientes figuras:

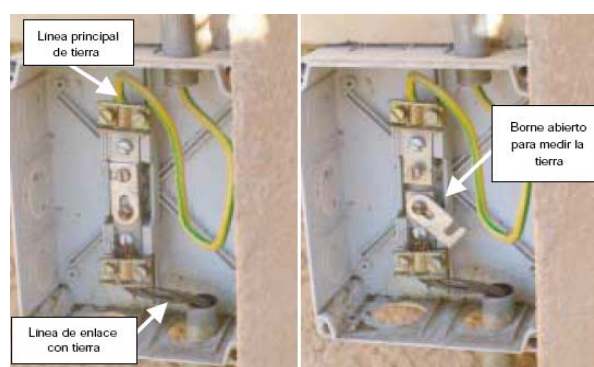


Figura 24 Borna de puesta a tierra.

Los conductores de protección se utilizarán para unir eléctricamente las masas de la instalación con la red de tierras. Discurrirán por las mismas canalizaciones que los conductores activos y dispondrán del mismo aislamiento. Se utilizará el color verde-amarillo para su reconocimiento. La sección de los conductores de protección se calculará en base a la tabla 2 de la ITC-BT-18 del REBT incluida en Tabla 40 del presente proyecto.





## 2 Memoria Justificativa de Cálculos

Este capítulo desarrolla los cálculos utilizados que justifican las soluciones y premisas de diseño expuestas en la memoria descriptiva.

### 2.1 Previsión de Cargas

Es esencial una correcta determinación de la potencia prevista en la instalación para conseguir un diseño económico y seguro dentro de los límites admisibles de temperatura y caída de tensión. Para ello se han seguido los criterios de la ITC-BT-10 en cuanto a previsión de cargas y factores de simultaneidad. Esta instrucción tiene por objeto establecer la previsión de cargas para los suministros de baja tensión de modo que se garantice la conexión y utilización segura de los receptores usados habitualmente y que futuros aumentos de la potencia demandada por los usuarios no tengan como consecuencia inmediata la necesidad de modificar la instalación. La previsión de cargas sirve también para dimensionar la capacidad de suministro de las líneas de distribución de las compañías eléctricas, así como la potencia a instalar en los Centros de Transformación. Las previsiones de carga establecidas son los valores teóricos mínimos a considerar. Por lo tanto, en caso de conocer la demanda real de los usuarios, se utilizarán estos valores cuando sean superiores a los mínimos teóricos.

En el edificio existen cuatro ascensores del tipo ITA-3 y dos montacargas del tipo ITA-2. La previsión de potencia para estos aparatos elevadores se ha realizado en base las prescripciones establecidas en la Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA. La siguiente tabla recoge sus valores típicos:

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1	7,5
ITA-3	630	8	1	11,5
ITA-4	630	8	1,6	18,5
ITA-5	1000	13	1,6	29,5
ITA-6	1000	13	2,5	46

Tabla 9 Previsión de potencia para aparatos elevadores

En cuanto a la potencia prevista para el cuadro de climatización se ha realizado considerando la instalación de dos máquinas enfriadoras y sus elementos auxiliares.

La potencia prevista para el resto de cuadros se ha obtenido como la suma de las potencias de los circuitos previstos en los mismos. Para el cálculo de la carga correspondiente al alumbrado es admisible estimar una potencia de 8 W/m<sup>2</sup>, según establece el reglamento, aunque preferentemente se utilizarán los valores obtenidos en el diseño de la instalación de alumbrado descrita en el apartado 1.2.4.6.1.

Adicionalmente, para el cálculo de la potencia en líneas que alimentan luminarias fluorescentes, se ha utilizado el coeficiente de mayoración de 1,8 según se indica en el apartado 3.1 de la ITC-BT-44 del REBT. La previsión de cargas correspondientes a las tomas de corriente para usos varios se ha calculado como la máxima potencia que podrá transportar cada circuito en función de las protecciones instaladas. Para la estimación del número de circuitos de fuerza en las distintas zonas se han tenido en cuenta las necesidades propias de cada dependencia, el nivel de ocupación y el trabajo a que se destinan.

La potencia total resultante para el hospital en base a los anteriores criterios ha sido:

	P. Instalada	P. Simultanea
<b>Potencia Red (kW)</b>	1045	728
<b>Potencia Red + Grupo (kW)</b>	579	431
<b>Potencia Total (kW)</b>	1625	1159

Tabla 10 Previsión de Potencia (kW) de la instalación

A continuación se incluye la previsión de potencia para los cuadros proyectados alimentados desde el suministro normal de red:

Cuadro Red	Designación	P Instalada kW	Coeficiente Simultaneidad	P Simultánea kW
Sector 1 Planta Sótano	CR-S1-PS	23,8	0,7	16,7
Sector 2 Planta Sótano	CR-S2-PS	27,2	0,7	19,0
Sector 4 Planta Sótano	CR-S4-PS	27,2	0,7	19,0
Sector 5 Planta Sótano	CR-S5-PS	27	0,7	18,9
Cocina Planta Sótano	CR-COC-PS	121,4	0,6	72,8
Lavandería Planta Sótano	CR-LAV-PS	71,5	0,7	50,1
Climatización Planta Sótano	CR-CLI-PS	228,8	0,75	171,6
Sector 1 Planta Baja	CR-S1-PB	18,1	0,7	12,7
Sector 2 Planta Baja	CR-S2-PB	24,9	0,7	17,4
Sector 3 Planta Baja	CR-S3-PB	24,9	0,7	17,4
Sector 4 Planta Baja	CR-S4-PB	18,1	0,7	12,7
Sector 5 Planta Baja	CR-S5-PB	14,7	0,7	10,3
Cocina Planta Baja	CR-COC-PB	33,2	0,6	19,9
Zona I Planta Primera	CR-Z1-P1	10,2	0,7	7,1
Zona II Planta Primera	CR-Z2-P1	23,8	0,7	16,7
Zona III Planta Primera	CR-Z3-P1	10,2	0,7	7,1
Zona IV Planta Primera	CR-Z4-P1	10,2	0,7	7,1
Zona I Planta Segunda	CR-Z1-P2	10,2	0,7	7,1
Zona II Planta Segunda	CR-Z2-P2	23,8	0,7	16,7
Zona III Planta Segunda	CR-Z3-P2	10,2	0,7	7,1
Zona IV Planta Segunda	CR-Z4-P2	10,2	0,7	7,1
Cubierta	CR-CUB	275,7	0,7	193,0
<b>TOTAL</b>		1045,3	-	727,69

Tabla 11 Previsión de potencia (kW) por cuadros. Suministro Normal.

Por último, la siguiente tabla recoge la previsión de potencia en los cuadros alimentados desde el suministro de red + grupo:

Cuadro Red + Grupo	Designación	P Instalada	Coeficiente	P Simultánea
		kW	Simultaneidad	kW
Sector 1 Planta Sótano	CRG-S1-PS	11,6	0,8	9,3
Sector 2 Planta Sótano	CRG-S2-PS	37	0,8	29,6
Sector 4 Planta Sótano	CRG-S4-PS	20,4	0,8	16,3
Sector 5 Planta Sótano	CRG-S5-PS	4,1	0,8	3,3
Cocina Planta Sótano	CRG-COC-PS	2,3	0,8	1,8
Lavandería Planta Sótano	CRG-LAV-PS	1,7	0,8	1,4
PCI Planta Sótano	CRG-PCI-PS	16,4	1	16,4
Ascensores (x 4)	CRG-ASC-PS	46	0,8	36,8
Montacargas (x 2)	CRG-MON-PS	15	0,6	9,0
Sector 1 Planta Baja	CRG-S1-PB	27,9	0,8	22,3
Sector 2 Planta Baja	CRG-S2-PB	14,7	0,8	11,8
Sector 3 Planta Baja	CRG-S3-PB	15,8	0,8	12,6
Sector 4 Planta Baja	CRG-S4-PB	27	0,8	21,6
Sector 5 Planta Baja	CRG-S5-PB	13,7	0,8	11,0
Cocina Planta Baja	CRG-COC-PB	3,1	0,8	2,5
Zona I Planta Primera	CRG-Z1-P1	28,8	0,7	20,2
Zona II Planta Primera	CRG-Z2-P1	38,6	0,7	27,0
Zona III Planta Primera	CRG-Z3-P1	36,4	0,7	25,5
Zona IV Planta Primera	CRG-Z4-P1	29,3	0,7	20,5
Zona I Planta Segunda	CRG-Z1-P2	28,8	0,7	20,2
Zona II Planta Segunda	CRG-Z2-P2	38,6	0,7	27,0
Zona III Planta Segunda	CRG-Z3-P2	36,4	0,7	25,5
Zona IV Planta Segunda	CRG-Z4-P2	29,3	0,7	20,5
Cubierta	CRG-CUB	43,8	0,6	26,3
Gases Medicinales	CRG-GM	12,7	1	12,7
<b>TOTAL</b>		<b>579,4</b>	<b>-</b>	<b>431,0</b>

Tabla 12 Previsión de potencia (kW) por cuadros. Suministro Complementario de Red + Grupo.

## 2.2 Instalación de Alta/Media Tensión

La instalación dispone de un Centro de Transformación dotado de dos transformadores de 1.250 kVA cada uno, obteniéndose una potencia total de 2.500 kVA.

### 2.2.1 Intensidades a Plena Carga

#### 2.2.1.1 Intensidad en Alta Tensión

La intensidad primaria queda determinada por la expresión:

$$I_I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_I}$$

Donde,

$I_I$ : intensidad primaria (A);

$S$ : potencia del transformador (kVA);

$U_I$ : tensión compuesta primaria en kV;

Obteniéndose el resultado para dos transformadores:

$$I_I = 2 \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_I} = 2 \cdot \frac{1250}{\sqrt{3} \cdot 20} = 72,16 \text{ [A]}$$

#### 2.2.1.2 Intensidad en Baja Tensión

Aplicando la siguiente expresión a los parámetros del secundario se obtiene la intensidad en baja tensión:

$$I_{II} = \frac{S - W_{Fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot U_{II}} \approx \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{II}}$$

Donde,

$I_{II}$ : intensidad secundaria (A);

$S$ : potencia del transformador (kVA);

$W_{Fe}$ : pérdidas en el hierro;

$W_{Cu}$ : pérdidas en el cobre;

$U_{II}$ : tensión compuesta en carga del secundario (kV);

Obteniéndose el resultado para cada transformador:

$$I_{II} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{II}} = \frac{1250}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 1718,30 \text{ [A]}$$

## 2.2.2 Intensidades de Cortocircuito

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

### 2.2.2.1 Cortocircuito en Alta Tensión

La intensidad primaria máxima para un cortocircuito en lado de alta tensión se calcula a través de la fórmula:

$$I_{CCI} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde,

$I_{CCI}$ : intensidad de cortocircuito primaria (kA);

$S_{CC}$ : potencia de cortocircuito de la red (MVA);

$U$ : tensión primaria en kV;

Sustituyendo valores tenemos:

$$I_{CCI} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ [kA]}$$

### 2.2.2.2 Cortocircuito en Baja Tensión

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión se calcula con la expresión:

$$I_{CCII} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{CC}}{100} \cdot U_s}$$

Donde,

$I_{CCII}$ : intensidad de cortocircuito secundaria (kA);

$S$ : potencia del transformador (kVA);

$U_{CC}$ : Tensión de cortocircuito porcentual del transformador (%);

$U_s$ : tensión secundaria en carga (V);

De donde tenemos:

$$I_{CCII} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{CC}}{100} \cdot U_s} = \frac{1250}{\sqrt{3} \cdot \frac{6}{100} \cdot 400} = 30,70 \text{ [kA]}$$

Para dos transformadores en paralelo tendremos que la corriente de cortocircuito será  $2 \times I_{CCII} = 2 \times 30,70 = 60,14 \text{ kA}$ .

### 2.2.3 Dimensionado del Embarrado en Alta Tensión

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil, fijados a la aparamenta con tornillos M8, siendo la separación entre fases en una misma celda de 200 mm, y entre apoyos en una misma fase de 375 mm.

El tubo de cobre utilizado como embarrado tiene un diámetro exterior de 24 mm (D) y un diámetro interior de 18 mm (d). La sección del tubo responde por tanto a la fórmula:

$$S = \frac{\Pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) = \frac{\Pi}{4} \cdot (24^2 - 18^2) = 198 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Las características principales de este embarrado son:

- Intensidad Nominal = 400 A
- Límite térmico 1 segundo = 16 kA (valor eficaz)
- Límite electrodinámico = 40 kA (valor de cresta)

#### 2.2.3.1 Densidad de Corriente

La densidad de corriente obtenida se obtiene según la expresión:

$$d = \frac{I_N}{S} = \frac{400}{198} = 2,02 \text{ [A/mm}^2\text{]}$$

Donde,

$d$ : densidad de corriente (A/ mm<sup>2</sup>);

$I_N$ : corriente nominal del embarrado (A);

$S$ : sección del embarrado ( $\text{mm}^2$ );

La siguiente tabla recoge los valores de intensidad máxima admisible y densidad de corriente para distintos diámetros del embarrado y a temperatura ambiente de  $35^\circ\text{C}$  y del embarrado de  $65^\circ\text{C}$ :

Diámetro (mm)	I max (A)	d ( $\text{A}/\text{mm}^2$ )
20	548	3,42
32	818	2,99

Tabla 13 Intensidades máximas admisibles según normativa DIN

Con los datos de la anterior tabla se obtiene un valor para la densidad de corriente máxima admisible de  $3,29 \text{ A}/\text{mm}^2$ , valor sensiblemente superior al calculado ( $2,02 \text{ A}/\text{mm}^2$ ).

### 2.2.3.2 Solicitación electrodinámica

Para la realización de este cálculo se considerará un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA de valor de cresta.

El mayor esfuerzo se producirá sobre el conductor de la fase central de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{CC}^2}{d} \cdot L \cdot \sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} \cdot \frac{d}{L}$$

Donde,

$F$ : Fuerza resultante (N);

$f$ : coeficiente en función de  $\cos \varphi$ . Toma el valor 1 para  $\cos \varphi = 0$ ;

$I_{CC}$ : Intensidad máxima de cortocircuito (A);

$d$ : Separación entre fases (m).  $d = 0,2 \text{ m}$

$L$ : Longitud tramos embarrado (m).  $L = 375 \text{ mm}$

Sustituyendo tenemos un valor:

$$F = 399 [\text{N}]$$

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,108 \text{ [kg/mm]}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, respondiendo a la ecuación

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 1,272 \text{ [kg mm]}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior  $D = 24 \text{ mm}$ . y un diámetro interior  $d = 18 \text{ mm}$ .

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left( \frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ [mm]}$$

La fatiga máxima resultante responde a la siguiente ecuación:

$$r_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{1272}{927} = 1,37 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

Teniendo en cuenta que para la barra de cobre deformada en frío tenemos un valor de  $r$  de  $19 \text{ kg/mm}^2$ , quedando por tanto un importante margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de  $2,8 \text{ Kg x m}$ , superior al par máximo calculado.

### 2.2.3.3 Solicitación térmica

Para determinar la sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se utiliza la siguiente expresión según la norma CEI 60298:

$$S = \frac{I}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\delta\theta}}$$

Donde,

$S$ : sección de cobre ( $\text{mm}^2$ );

$\alpha$ : toma el valor 13 para el cobre;

$t$ : tiempo del cortocircuito (s);



**$I$** : Intensidad eficaz (A);

**$\delta\theta$** : Incremento de temperatura en °C permitido en el conductor por efecto del cortocircuito en un calentamiento adiabático. Toma el valor de 180 °C para conductores a temperatura ambiente.

Sustituyendo en la expresión anterior y tomando un valor para  $\delta\theta$  de 150 al suponer que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal tendremos:

$$t = \delta\theta \cdot \left( \frac{S \cdot \alpha}{I} \right)^2 = 150 \cdot \left( \frac{198 \cdot 13}{16000} \right)^2 = 3,88 \text{ [s]}$$

Según este criterio el embarrado es por tanto capaz de soportar una intensidad de 16 kA durante más de un segundo.

## 2.2.4 Dimensionado de la ventilación del CT

Al no ser posible un sistema de ventilación natural, se adoptará un sistema de ventilación forzada. Para el cálculo del caudal de aire necesario se aplicará la siguiente expresión:

$$C = P \cdot 216 \cdot n$$

Donde,

**$C$** : caudal de aire necesario (m<sup>3</sup>/h);

**$P$** : Potencia de pérdidas (kW). Toma el valor de 15,75 kW para el transformador seleccionado.

**$n$** : número de transformadores;

Finalmente sustituyendo tenemos:

$$C = P \cdot 216 \cdot n = 15,75 \cdot 216 \cdot 2 = 6804 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

## 2.2.5 Cálculo de la instalación de puesta a tierra

### 2.2.5.1 Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión

A la tierra de protección se conectarán los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o

circunstancias externas. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Para los cálculos a realizar se han empleado las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

Para este sistema de red de puesta a tierra se ha elegido el electrodo identificado por el método UNESA con el código 5/88, constituido por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 8 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 metros, siendo la separación entre cada pica y la siguiente será de 12 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 84 metros.

Los parámetros característicos de esta configuración serán:

$$K_R = 0,0167 \Omega / (\Omega m)$$

$$K_P = 0,00212 V / (\Omega mA)$$

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

Partiendo de los anteriores parámetros característicos calcularemos el valor de la resistencia del sistema de puesta a tierra y el valor de la tensión de defecto:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_T = K_R \cdot \sigma$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = I_D \cdot R_T$$

Donde,

$R_T$ : resistencia del sistema de puesta a tierra ( $\Omega$ );

$U_D$ : tensión de defecto a tierra (V);

$\sigma$ : resistividad del terreno ( $\Omega m$ ). Se ha considerado un valor de 500  $\Omega m$

$I_D$ : corriente de defecto (A). Dato facilitado por la compañía suministradora  $I_D = 200$  A

Sustituyendo se tienen los valores siguientes:

$$R_T = K_R \cdot \sigma = 8,4 [\Omega]$$

$$U_d = I_D \cdot R_T = 1670 [\text{V}]$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberá ser superior a la máxima tensión de defecto calculada.

### 2.2.5.2 Red de puesta a tierra de Servicios

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Nuevamente, para el sistema de red de puesta a tierra de servicios se ha elegido el electrodo identificado por el método UNESA con el código 5/88, de características descritas en el apartado 2.2.5.1 relativo a la red de tierras de protección en alta tensión.

Con el objetivo de no ocasionar una tensión en el electrodo de puesta a tierra superior a 24 V, y dado que la instalación de baja tensión estará protegida contra contactos indirectos mediante un interruptor diferencial de 650 mA, el valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$  ( $24 = 37 \cdot 0,650$ ). Como se ha comprobado en el apartado anterior, la resistencia de paso a tierra es de 8,4  $\Omega$  para este electrodo, cumpliéndose por tanto la mencionada condición.

### 2.2.5.3 Separación entre redes de puesta a tierra del CT

Con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \cdot I_D}{2000 \cdot \Pi}$$

Donde,

$D_{\min}$ : distancia mínima entre redes de puesta tierra (m);

$\sigma$ : resistividad del terreno ( $\Omega\text{m}$ ). Se ha considerado un valor de 500  $\Omega\text{m}$

$I_D$ : corriente de defecto (A). Dato facilitado por la compañía suministradora  $I_D = 200$  A

Resultando una distancia mínima de:

$$D_{\min} = \frac{500 \cdot 200}{2000 \cdot \Pi} = 15,92 [\text{m}]$$

## 2.3 Instalación de Baja Tensión

### 2.3.1 Criterios para el cálculo de líneas

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

1.- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento. La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. En la tabla 2 de la ITC-BT-07 se recogen las temperaturas máximas, en °C, asignadas a los distintos tipos de conductores. Para los conductores usados en este proyecto dichas temperaturas serán de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

2.- Criterio de la caída de tensión. La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

3.- Criterio de la intensidad de cortocircuito. La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables. Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

#### 2.3.1.1 Intensidad máxima admisible

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. Dicha norma fue modificada en el año 2004, fecha posterior a la publicación del reglamento electrotécnico de baja tensión. Por esta razón el presente proyecto no utiliza como referencia la tabla 1 de la ITC-BT-19 del

REBT, empleándose sin embargo la tabla A.52-1 bis que la sustituye. A continuación se muestra la mencionada tabla para conductores de cobre al aire, con temperatura ambiente de 40 °C para distintos métodos de instalación, agrupación y tipos de cables:

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC3		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3			XLPE2		
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D													
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Tabla 14 Tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20.460-5-523

Los valores de intensidad máxima admisible de cada línea se han tomado de la anterior tabla, teniendo en cuenta que el método de instalación previsto en fase de diseño han sido los siguientes:

- Método F para las líneas de alimentación a CGMP, constituidas por conductores unipolares en contacto mutuo o en bandeja perforada con distancia a la pared no inferior a D, siendo D el diámetro del cable.
- Método B1 para las líneas de alimentación a receptores, constituidas por conductores unipolares aislados en tubos, incluyendo canales para instalaciones y conductos de sección no circular, en montaje superficial, en falsos techos o empotrados en obra.

Se tendrán en cuenta asimismo los factores de reducción de la intensidad máxima admisible en caso de agrupamiento de varios circuitos, reflejados en la citada norma. No se considerándose dichos factores cuando la distancia en la que discurren paralelos los circuitos sea inferior a 2 m, por ejemplo en la salida de varios circuitos de un cuadro de mando y protección. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.

En los locales con riesgo de incendio o explosión, según la ITC-BT-29 apartado 9.1 la intensidad máxima admisible deberá disminuir en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.

Para el cálculo de la intensidad en la instalación se emplearán las siguientes fórmulas:

- Instalación Monofásica:

$$In = \frac{P}{U \cdot \cos(\varphi)}$$

- Instalación Trifásica:

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)}$$

Donde,

***In***: intensidad absorbida por la instalación (A);

***P***: potencia (W);

***U***: tensión nominal (V);

***Cos (φ)***: factor de potencia;

Resultando para la instalación propuesta:

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = [A]$$

### 2.3.1.2 Caída de Tensión

En la ITC-BT-19 apartado 2.2.2 se establece que para instalaciones industriales que se alimentan directamente mediante un transformador de distribución propio, se debe considerar el origen de la instalación de baja tensión en la salida del transformador, siendo en este caso las máximas caídas de tensión admisibles del 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos. La siguiente figura ilustra las caídas de tensión admisibles en la instalación:

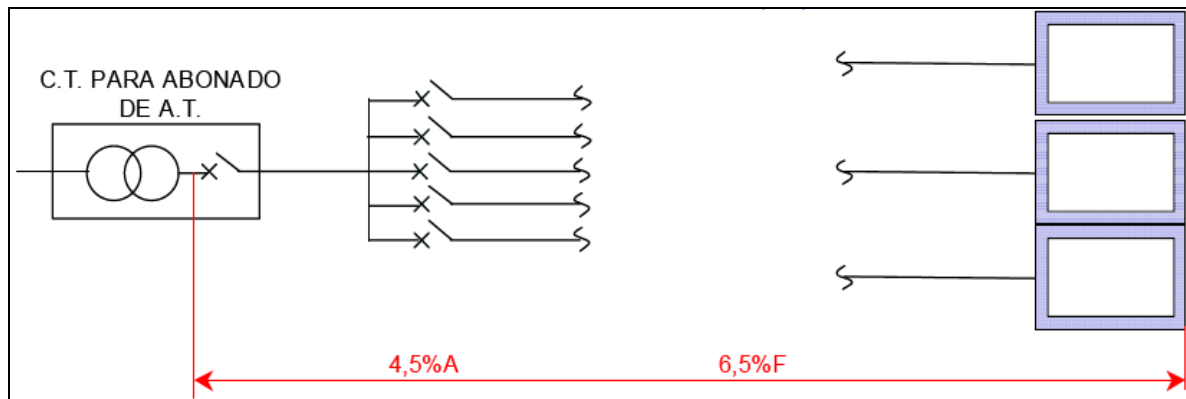


Figura 25 Esquema de instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante transformador de distribución propio. Fuente: Guía de aplicación REBT

Las caídas de tensión máximas proyectadas por tramos de la instalación objeto del presente proyecto serán:

- 0,5% hasta Cuadro General de Mando y Protección.
- 1% hasta Cuadros secundarios.
- 3% en circuitos de distribución de alumbrado.
- 5% en circuitos de distribución de fuerza.

Los conductores previstos así como las canalizaciones que se emplearán se reflejan en el apartado 3.4 relativo a las prescripciones técnicas de materiales y equipos.

Para el cálculo de la máxima caída de tensión prevista en los distintos circuitos se emplearán las siguientes fórmulas:

- Instalación Monofásica:

$$\Delta U_I = 2 \cdot \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

- Instalación Trifásica:

$$\Delta U_{III} = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde,

$\Delta U_I$  -  $\Delta U_{III}$  : caída de tensión monofásica y trifásica;

$U$ : tensión nominal (V);

$P$ : potencia (W);

$L$ : longitud de la línea (m);

$S$ : sección del cable ( $\text{mm}^2$ );

$\gamma$ : conductividad ( $\text{m}/\Omega \text{mm}^2$ );

Se considerarán los valores en el caso más desfavorable, esto es, cuando el conductor esté a su temperatura máxima admisible en servicio permanente. Para cables con tensión de aislamiento 450/750 esta temperatura será de  $70^\circ\text{C}$  mientras que para cables con tensión asignada 0,6/1kV la temperatura considerada será de  $90^\circ\text{C}$ .

La siguiente tabla recoge los valores para la conductividad a distintas temperaturas de uso habitual, incluyendo las mencionadas de aplicación en este proyecto:

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	$20^\circ\text{C}$	$70^\circ\text{C}$	$90^\circ\text{C}$

Tabla 15 Conductividades para el cobre y el aluminio a distintas temperaturas

#### Justificación de las expresiones de cálculo usadas.

Estas expresiones se obtienen a partir del circuito equivalente de una línea corta (inferior a 50 km) y su diagrama vectorial, representados en las siguientes figuras:

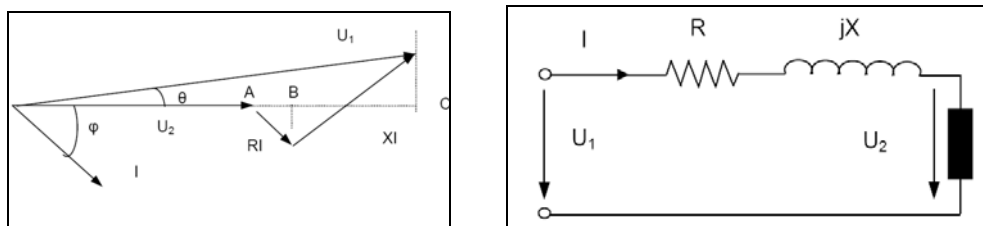


Figura 26 Circuito equivalente y diagrama vectorial de una línea corta

Dado el pequeño valor del ángulo  $\theta$  se puede establecer:

$$\Delta U = U_1 - U_2 = AB + BC = R \cdot I \cdot \cos(\varphi) + X \cdot I \cdot \sin(\varphi)$$

Teniendo en cuenta que en trifásico la caída de tensión de la línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según la anterior expresión, considerando que en una instalación monofásica se multiplicará por un factor dos para tener en cuenta el circuito de retorno y considerando despreciable la caída de tensión por efecto de la inductancia, tenemos:



- Instalación Monofásica:

$$\Delta U_I = 2 \cdot \frac{R \cdot P}{U} = 2 \cdot R \cdot I_N \cdot \cos(\varphi)$$

- Instalación Trifásica:

$$\Delta U_{III} = \frac{R \cdot P}{U} = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_N \cdot \cos(\varphi)$$

Donde,

$\Delta U_I$  -  $\Delta U_{III}$  : caída de tensión en monofásica y trifásica;

$I_N$  : Intensidad nominal (A);

**$\cos(\varphi)$** : factor de potencia;

**$R$** : Resistencia de la línea ( $\Omega$ );

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible utilizar la siguiente expresión para el cálculo de  $R$ :

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{L}{\gamma \cdot S}$$

Donde,

**$L$** : longitud de la línea (m);

**$S$** : sección del cable ( $\text{mm}^2$ );

**$\rho$** : resistividad ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ );

**$\gamma$** : conductividad ( $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$ );

Finalmente sustituyendo llegamos a las expresiones propuestas para el cálculo de la caída de tensión.

### 2.3.1.3 Intensidad de cortocircuito

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito de las líneas de alimentación a cuadros secundarios se utilizará la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sum Z}$$

Donde,

**$I_{cc}$** : intensidad de cortocircuito (A);

$U$ : tensión nominal (V);

$Z$ : impedancia de fase del conductor resultante ( $\Omega$ )

### 2.3.2 Líneas de Alimentación a CGMP

El embarrado para suministro normal del Cuadro General de Mando y Protección se alimentará desde el secundario de cada transformador, mientras que el grupo electrógeno alimentará el embarrado para el suministro complementario de red más grupo. En el cálculo de los conductores empleados se han tenido en todo momento los criterios expuestos anteriormente, resultando:

Línea a CGMP	Potencia kW	Tensión V	fdp	Intensidad A	Aislamiento	L m	Sección mm <sup>2</sup>	N	Imax A	F	Imax2 A	CdT V	CdT %	50	Poder Corte kA
Trafo 1	1250	400	1	1804,22	RV06/1	14	240	5	2450	0,85	2082,5	0,83	0,21%	4P 2000 A	50kA
Trafo 2	1250	400	1	1804,22	RV06/1	14	240	5	2450	0,85	2082,5	0,83	0,21%	4P 2000 A	50kA
Grupo E	715	400	1	1032,01	RV06/1	10	240	3	1470	0,9	1323	0,56	0,14%	4P 1200 A	50kA

Tabla 16 Líneas de alimentación a CGMP

La información contenida en las columnas es:

1. Línea a CGMP: elemento del que parte cada línea.
2. Potencia máxima en kVA en transformadores y grupo electrógeno por diseño.
3. Tensión (V): tensión trifásica entre fases.
4. Fdp: factor de potencia de las cargas en cada circuito.
5. Intensidad (A): intensidad obtenida para cada línea.
6. Aislamiento: Tipo de aislamiento de los conductores empleados.
7. L (m): Longitud del circuito correspondiente.
8. S (mm<sup>2</sup>): Sección normalizada de los conductores
9. N: Número de circuitos por fase empleados.
10. Imax (A): corriente máxima admisible por los conductores.
11. F: Factor por agrupamiento de cables empleado.
12. Imax2 (A): corriente máxima admisible tras aplicar los factores de reducción por agrupamiento.
13. Cdt (V): Caída de tensión obtenida en voltios.
14. Cdt (%): Caída de tensión obtenida en porcentaje.
15. 50: Tipo de protección contra sobreintensidades a instalar en cada circuito.
16. Poder de corte (kA) de los equipos de protección propuestos.

### 2.3.3 Líneas de Alimentación a Cuadros Secundarios

Para el cálculo de las líneas de alimentación a Cuadros Secundarios se han utilizado las fórmulas anteriormente expuestas, verificando que para cada uno de los circuitos:

-La caída de tensión es inferior al 1% de la tensión nominal. Se han considerado las condiciones más desfavorables, empleando en el cálculo el valor de la conductividad del cobre para la máxima temperatura de servicio de 90°C admisible en los cables utilizados.

-La intensidad circulante por cada línea en base a la estimación de potencia propuesta y considerando un factor de potencia de 0,9 en los cuadros, en ningún caso será superior a la intensidad máxima admisible por los conductores, atendiendo a su sección y método de instalación.

-La protección contra sobreintensidades mediante interruptores magnetotérmicos en cada uno de los circuitos asegurará que no se pueda sobrepasar la intensidad máxima admisible en los mismos.

A continuación se muestra la tabla con los resultados obtenidos para todas las líneas de alimentación a CS. Las columnas de la tabla contienen la siguiente información:

1. Línea a Cuadro: designación del cuadro al que alimenta cada línea.
2. Potencia (kW): en base a la previsión de potencias propuesta.
3. Tensión (V): tensión trifásica entre fases.
4. Fdp: factor de potencia de las cargas en cada circuito.
5. Corriente (A): intensidad obtenida para cada línea.
6. Conductor: Tipo de aislamiento de los conductores empleados.
7. L (m): Longitud del circuito correspondiente.
8. S (mm<sup>2</sup>): Sección normalizada de los conductores
9. N: Número de circuitos por fase empleados.
10. I<sub>max</sub> (A): corriente máxima admisible por los conductores.
11. Cdt (V): Caída de tensión obtenida en voltios.
12. Cdt (%): Caída de tensión obtenida en porcentaje.
13. 50: Tipo de protección contra sobreintensidades a instalar en cada circuito.

Línea a Cuadro	Potencia kW	Tensión V	fdp	Corriente A	Conductor	L m	Sección mm <sup>2</sup>	N	I <sub>max</sub> A	CdT V	CdT %	50
CR-S1-PS	23,8	400	0,9	38,17	RV06/1	44	16	1	73	3,72	0,93%	4P 63 A
CR-S2-PS	27,2	400	0,9	43,62	RV06/1	21	16	1	73	2,03	0,51%	4P 63 A
CR-S4-PS	27,2	400	0,9	43,62	RV06/1	50	25	1	95	3,09	0,77%	4P 80 A
CR-S5-PS	27	400	0,9	43,30	RV06/1	90	35	1	119	3,94	0,99%	4P 100 A
CR-COC-PS	121,4	400	0,9	194,70	RV06/1	48	120	1	260	2,76	0,69%	4P 250 A
CR-LAV-PS	71,5	400	0,9	114,67	RV06/1	40	50	1	145	3,25	0,81%	4P 125 A
CR-CLI-PS	228,8	400	0,9	366,94	RV06/1	26	240	1	401	1,41	0,35%	4P 400 A
CR-S1-PB	18,1	400	0,9	29,03	RV06/1	48	16	1	73	3,09	0,77%	4P 63 A
CR-S2-PB	24,9	400	0,9	39,93	RV06/1	25	10	1	54	3,54	0,88%	4P 40 A
CR-S3-PB	24,9	400	0,9	39,93	RV06/1	50	25	1	95	2,83	0,71%	4P 80 A
CR-S4-PB	18,1	400	0,9	29,03	RV06/1	54	16	1	73	3,47	0,87%	4P 63 A
CR-S5-PB	14,7	400	0,9	23,58	RV06/1	96	25	1	95	3,21	0,80%	4P 80 A
CR-COC-PB	33,2	400	0,9	53,24	RV06/1	46	25	1	95	3,47	0,87%	4P 80 A
CR-Z1-P1	10,2	400	0,9	16,36	RV06/1	64	10	1	54	3,71	0,93%	4P 40 A
CR-Z2-P1	23,8	400	0,9	38,17	RV06/1	31	16	1	73	2,62	0,66%	4P 63 A
CR-Z3-P1	10,2	400	0,9	16,36	RV06/1	60	10	1	54	3,48	0,87%	4P 40 A
CR-Z4-P1	10,2	400	0,9	16,36	RV06/1	102	16	1	73	3,69	0,92%	4P 63 A
CR-Z1-P2	10,2	400	0,9	16,36	RV06/1	70	16	1	73	2,54	0,63%	4P 63 A
CR-Z2-P2	23,8	400	0,9	38,17	RV06/1	37	16	1	73	3,13	0,78%	4P 63 A
CR-Z3-P2	10,2	400	0,9	16,36	RV06/1	66	10	1	54	3,83	0,96%	4P 40 A
CR-Z4-P2	10,2	400	0,9	16,36	RV06/1	108	16	1	73	3,91	0,98%	4P 63 A
CR-CUB	275,7	400	0,9	442,15	RV06/1	56	150	2	598	2,92	0,73%	4P 500 A
CRG-S1-PS	11,6	400	0,9	18,60	RV06/1	44	10	1	54	2,90	0,73%	4P 40 A
CRG-S2-PS	37	400	0,9	59,34	RV06/1	21	16	1	73	2,76	0,69%	4P 63 A
CRG-S4-PS	20,4	400	0,9	32,72	RV06/1	50	16	1	73	3,62	0,91%	4P 63 A
CRG-S5-PS	4,1	400	0,9	6,58	RV06/1	92	10	1	54	2,14	0,54%	4P 40 A
CRG-COC-PS	2,3	400	0,9	3,69	RV06/1	48	10	1	54	0,63	0,16%	4P 40 A
CRG-LAV-PS	1,7	400	0,9	2,73	RV06/1	40	4	1	31	0,97	0,24%	4P 32 A
CRG-PCI-PS	16,4	400	0,9	26,30	RV06/1	34	10	1	54	3,17	0,79%	4P 40 A
CRG-ASC1-PS	11,5	400	0,9	18,44	RV06/1	50	10	1	54	3,27	0,82%	4P 40 A
CRG-ASC2-PS	11,5	400	0,9	18,44	RV06/1	21	10	1	54	1,37	0,34%	4P 40 A
CRG-ASC3-PS	11,5	400	0,9	18,44	RV06/1	48	10	1	54	3,14	0,78%	4P 40 A
CRG-ASC4-PS	11,5	400	0,9	18,44	RV06/1	95	16	1	73	3,88	0,97%	4P 63 A
CRG-MON1-PS	7,5	400	0,9	12,03	RV06/1	48	10	1	54	2,05	0,51%	4P 40 A
CRG-MON2-PS	7,5	400	0,9	12,03	RV06/1	50	10	1	54	2,13	0,53%	4P 40 A
CRG-S1-PB	27,9	400	0,9	44,74	RV06/1	48	25	1	95	3,04	0,76%	4P 80 A
CRG-S2-PB	14,7	400	0,9	23,58	RV06/1	25	10	1	54	2,09	0,52%	4P 40 A
CRG-S3-PB	15,8	400	0,9	25,34	RV06/1	50	16	1	73	2,81	0,70%	4P 63 A
CRG-S4-PB	27	400	0,9	43,30	RV06/1	54	25	1	95	3,31	0,83%	4P 80 A
CRG-S5-PB	13,7	400	0,9	21,97	RV06/1	96	25	1	95	2,99	0,75%	4P 80 A
CRG-COC-PB	3,1	400	0,9	4,97	RV06/1	46	4	1	31	2,03	0,51%	4P 32 A
CRG-Z1-P1	28,8	400	0,9	46,19	RV06/1	64	35	1	119	2,99	0,75%	4P 100 A
CRG-Z2-P1	38,6	400	0,9	61,90	RV06/1	31	25	1	95	2,72	0,68%	4P 80 A
CRG-Z3-P1	36,4	400	0,9	58,38	RV06/1	60	35	1	119	3,55	0,89%	4P 100 A
CRG-Z4-P1	29,3	400	0,9	46,99	RV06/1	102	50	1	145	3,40	0,85%	4P 125 A
CRG-Z1-P2	28,8	400	0,9	46,19	RV06/1	70	35	1	119	3,27	0,82%	4P 100 A
CRG-Z2-P2	38,6	400	0,9	61,90	RV06/1	37	25	1	95	3,25	0,81%	4P 80 A
CRG-Z3-P2	36,4	400	0,9	58,38	RV06/1	66	35	1	119	3,90	0,98%	4P 100 A
CRG-Z4-P2	29,3	400	0,9	46,99	RV06/1	108	50	1	145	3,60	0,90%	4P 125 A
CRG-CUB	43,8	400	0,9	70,24	RV06/1	56	35	1	119	3,98	1,00%	4P 100 A
CRG-GM	12,7	400	0,9	20,37	RV06/1	50	25	1	95	1,44	0,36%	4P 80 A

Tabla 17 Líneas de alimentación a Cuadros Secundarios

### 2.3.3.1 Líneas de Alimentación a Receptores

A continuación se incluyen los circuitos que componen los distintos cuadros previstos en la instalación. Los procedimientos seguidos en su cálculo de las líneas han sido los expuestos en los apartados anteriores.

En primer lugar se ha calculado la sección teórica de los distintos conductores considerando los supuestos de máxima temperatura de servicio de los conductores y caídas de tensión previstas para cada parte de la instalación. A continuación se ha elegido la sección normalizada inmediata superior al resultado obtenido. Una vez seleccionada la sección de cada circuito se ha procedido a calcular la caída de tensión que se producirá en los mismos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de servicio, verificándose que en ningún caso se sobrepasan los criterios de diseño adoptados en el proyecto, admitiéndose caídas de tensión de hasta el 5% en circuitos de fuerza y hasta el 3% en circuitos de alumbrado. Por último se ha procedido a verificar que los cables seleccionados por caída de tensión, considerando su sección y método de instalación, son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista, que en último caso vendrá dada por las protecciones elegidas para cada circuito.

Las columnas de las tablas siguientes contienen el servicio al que se destina cada circuito y las filas recogen la siguiente información:

1. Potencia Instalada en kW.
2. Tensión en voltios.
3. Factor de Potencia considerado para la carga.
4. Intensidad demandada por el circuito en amperios.
5. Longitud del circuito en metros.
6. Sección normalizada de los conductores en mm<sup>2</sup>.
7. Intensidad máxima admisible por el conductor en amperios.
8. Caída de Tensión obtenida en voltios.
9. Caída de Tensión obtenida en porcentaje.
10. Aislamiento de los conductores empleados.
11. Protección contra sobreintensidades en cada circuito.



	CRG-S1-PS											CR-S1-PS						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7
	Alumbrado Vestuarios	Alumbrado Almacén 1	Alumbrado Almacén 2	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Área de Trabajo	Alumbrado Espera y Extracción	Alumbrado Almacén y Mmto	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Tomas Corriente Área de Trabajo	Tomas Corriente Área de Trabajo	Tomas de Corriente Vestuarios	Tomas de Corriente Vestuarios	Tomas de Corriente Almacén 1	Tomas de Corriente Almacén 2	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Almacén-Mmto	Tomas Corriente Espera-Extracción
Potencia Instalada (kW)	0,5	0,6	0,6	0,5	0,9	0,9	0,6	0,1	0,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	2,42	2,90	2,90	2,42	4,35	4,35	2,90	0,43	0,43	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	14	28	24	30	24	16	32	28	28	24	24	14	14	28	24	30	32	16
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	0,85	2,03	1,74	1,81	2,61	1,74	2,32	0,34	0,34	5,91	5,91	3,45	3,45	6,90	5,91	7,39	7,88	3,94
Caída de Tensión (%)	0,37%	0,88%	0,76%	0,79%	1,13%	0,76%	1,01%	0,15%	0,15%	2,57%	2,57%	1,50%	1,50%	3,00%	2,57%	3,21%	3,43%	1,71%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 18 Cuadros eléctricos. Sector 1. Planta sótano

	CRG-S2-PS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Alumbrado Aparcamiento	Alumbrado Aparcamiento	Alumbrado Sala de Espera	Alumbrado Velatorio 1	Alumbrado Velatorio 2	Alumbrado Capilla	Alumbrado Sala de Autopsias	Alumbrado Farmacia	Alumbrado Aseos	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Farmacia	Tomas de Corriente Farmacia	Ventilación Aparcamiento	Motor Puerta Garaje	Grupo Frio Mortuario	Grupo Frio Mortuario
Potencia Instalada (kW)	0,8	0,8	1,2	0,6	0,6	0,5	1,2	0,9	0,3	0,5	0,1	0,1	3,4	3,4	12,6	2,6	3,7	3,7
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	400	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	3,86	3,86	5,80	2,90	2,90	2,42	5,80	4,35	1,45	2,42	0,43	0,43	15,56	15,56	19,14	11,90	16,93	16,93
Longitud circuito (m)	20	20	25	18	18	28	14	34	16	34	34	34	34	34	20	20,00	18	18
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	6	2,50	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	40	21	21	21
Caída de Tensión (V)	1,93	1,93	3,62	1,30	1,30	1,69	2,03	3,70	0,58	2,05	0,41	0,41	8,38	8,38	2,19	3,77	4,83	4,83
Caída de Tensión (%)	0,84%	0,84%	1,58%	0,57%	0,57%	0,74%	0,88%	1,61%	0,25%	0,89%	0,18%	0,18%	3,64%	3,64%	0,55%	1,64%	2,10%	2,10%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	RV06/1	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	4P 32 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 19 Cuadro eléctrico Red + Grupo. Sector 2. Planta sótano



	CR-S2-PS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tomas de Corriente Sala de Espera	Tomas de Corriente Capilla	Tomas de Corriente Aseos	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Velatorio 1	Tomas de Corriente Velatorio 2	Tomas de Corriente Aparcamiento	Tomas de Corriente Aparcamiento
<b>Potencia Instalada (kW)</b>	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
<b>Tensión (V)</b>	230	230	230	230	230	230	230	230
<b>Factor de Potencia</b>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
<b>Intensidad demandada (A)</b>	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
<b>Longitud circuito (m)</b>	25	28	16	34	18	18	20	20
<b>Sección normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	21	21	21	21	21	21	21	21
<b>Caída de Tensión (V)</b>	6,16	6,90	3,94	8,38	4,43	4,43	4,93	4,93
<b>Caída de Tensión (%)</b>	2,68%	3,00%	1,71%	3,64%	1,93%	1,93%	2,14%	2,14%
<b>Aislamiento</b>	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
<b>Magnetotérmico</b>	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 20 Cuadro eléctrico Red. Sector 2. Planta sótano

	CRG-S4-PS												CR-S4-PS							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
	Alumbrado Sala de Espera 1	Alumbrado Sala de Espera 2	Alumbrado Revelado	Alumbrado Archivo	Alumbrado Vestuarios	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Aseos	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	SAI Quirófano 1	SAI Quirófano 2	Tomas de Corriente Espera 1	Tomas de Corriente Espera 2	Tomas de Corriente Revelado	Tomas de Corriente Archivo	Tomas de Corriente Vestuarios	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Aseos
Potencia Instalada (kW)	0,8	0,8	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,1	0,1	8	8	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	3,86	3,86	2,42	2,42	1,45	2,42	2,42	1,45	0,43	0,43	34,78	34,78	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	18	18	14	16	12	40	16	18	40	32	38	32	18	18	14	16	12	40	32	18
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10	10	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	50	50	21	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	1,74	1,74	0,85	0,97	0,43	2,42	0,97	0,65	0,48	0,39	5,51	4,64	4,43	4,43	3,45	3,94	2,96	9,86	7,88	4,43
Caída de Tensión (%)	0,76%	0,76%	0,37%	0,42%	0,19%	1,05%	0,42%	0,28%	0,21%	0,17%	2,39%	2,02%	1,93%	1,93%	1,50%	1,71%	1,29%	4,28%	3,43%	1,93%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 40 A	2P 40 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 21 Cuadros eléctricos. Sector 4. Planta sótano

	CRG-S5-PS						CR-S5-PS			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
	Alumbrado Piscina	Alumbrado Piscina	Alumbrado Piscina	Alumbrado Aseos	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Piscina	Tomas de Corriente Piscina	Tomas de Corriente Aseos	Equipo Depuración
<b>Potencia Instalada (kW)</b>	1,2	1,2	1,2	0,3	0,1	0,1	3,4	3,4	3,4	16,8
<b>Tensión (V)</b>	230	230	230	230	230	230	230	230	230	400
<b>Factor de Potencia</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,95	0,95	0,95	1
<b>Intensidad demandada (A)</b>	5,80	5,80	5,80	1,45	0,43	0,43	15,56	15,56	15,56	24,25
<b>Longitud circuito (m)</b>	34	34	34	10	34	34	38	38	10	30
<b>Sección normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	6
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	15	15	15	15	15	15	21	21	21	40
<b>Caida de Tensión (V)</b>	2,96	2,96	2,96	0,36	0,41	0,41	9,36	9,36	2,46	4,77
<b>Caida de Tensión (%)</b>	1,29%	1,29%	1,29%	0,16%	0,18%	0,18%	4,07%	4,07%	1,07%	1,19%
<b>Aislamiento</b>	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	RV06/1
<b>Magnetotérmico</b>	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 32 A	2P 16 A	4P 32 A

Tabla 22 Cuadros eléctricos. Sector 5. Planta sótano

	CRG-COC-PS				CR-COC-PS												
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Alumbrado Cocina	Alumbrado Cocina	Alumbrado Cámaras	Alumbrado Evacuación	Toma de Corriente Cocina 1	Toma de Corriente Cocina 2	Toma de Corriente Cocina 3	Toma de Corriente Cocina 4	Lavado de Platos	Horno	Cocina Industrial	Freidora	Campana Extractora	Camara Pescado	Camara Verduras	Camara Frutas	Camara Carnes
<b>Potencia Instalada (kW)</b>	0,9	0,9	0,4	0,1	3,4	3,4	3,4	3,4	18,4	12,6	22,6	11,1	5,5	9,4	9,4	9,4	9,4
<b>Tensión (V)</b>	230	230	230	230	230	230	230	230	400	400	400	400	400	400	400	400	400
<b>Factor de Potencia</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,85	0,85	0,85	1	1	1	1	1
<b>Intensidad demandada (A)</b>	4,35	4,35	1,93	0,48	15,56	15,56	15,56	15,56	27,96	21,40	38,38	18,85	7,94	13,57	13,57	13,57	13,57
<b>Longitud circuito (m)</b>	12	12	12	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8	12	12	12	12
<b>Sección normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	25	6	25	10	2,5	6	6	6	6
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	15	15	15	15	21	21	21	21	95	40	95	54	23	40	40	40	40
<b>Caida de Tensión (V)</b>	1,30	1,30	0,58	0,12	2,46	2,46	2,46	2,46	0,33	0,95	0,41	0,50	1,00	1,07	1,07	1,07	1,07
<b>Caida de Tensión (%)</b>	0,57%	0,57%	0,25%	0,05%	1,07%	1,07%	1,07%	1,07%	0,08%	0,24%	0,10%	0,13%	0,25%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%
<b>Aislamiento</b>	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1
<b>Magnetotérmico</b>	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	4P 80 A	4P 32 A	4P 80 A	4P 40 A	4P 16 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A

Tabla 23 Cuadros eléctricos. Cocina. Planta sótano

	CRG-LAV-PS			CR-LAV-PS						
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
	Alumbrado Lavadoras	Alumbrado Lavadoras	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Lavadoras	Tomas de Corriente Lavadoras	Tomas de Corriente Lavadoras	Plancha	Secadora	Lavadora 1	Lavadora 2
Potencia Instalada (kW)	0,8	0,8	0,1	3,4	3,4	3,4	15,7	8,4	18,6	18,6
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	400	400	400	400
Factor de Potencia	0,9	0,9	1	0,95	0,95	0,95	0,85	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	3,86	3,86	0,43	15,56	15,56	15,56	26,66	12,76	28,26	28,26
Longitud circuito (m)	22	22	28	30	30	30	8	12	12	12
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	10	6	16	16
Intensidad máxima admisible (A)	18,5	18,5	15	21	21	21	54	40	73	73
Caída de Tensión (V)	2,13	2,13	0,34	7,39	7,39	7,39	0,71	0,95	0,79	0,79
Caída de Tensión (%)	0,92%	0,92%	0,15%	3,21%	3,21%	3,21%	0,18%	0,24%	0,20%	0,20%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	4P 40 A	4P 32 A	4P 63 A	4P 63 A

Tabla 24 Cuadros eléctricos. Lavandería. Planta sótano

	CRG-S1-PB																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Alumbrado Consulta 1	Alumbrado Consulta 2	Alumbrado Consulta 3	Alumbrado Consulta 4	Alumbrado Consulta 5	Alumbrado Consulta 6	Alumbrado Sala de Espera 1	Alumbrado Sala de Espera 2	Alumbrado Sala de Espera 3	Alumbrado Sala de Espera 4	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Escalera	Alumbrado Entrada A	Tomas de Corriente Consulta 1	Tomas de Corriente Consulta 2	Tomas de Corriente Consulta 3	Puertas de Entrada A	Tomas de Corriente Consulta 4	Tomas de Corriente Consulta 5	Tomas de Corriente Consulta 6
Potencia Instalada (kW)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,1	0,1	0,3	0,6	3,4	3,4	3,4	1,7	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	1,45	1,45	1,45	1,45	2,42	0,43	0,43	1,45	2,90	15,56	15,56	15,56	7,78	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	12	20	28	28	20	12	16	24	24	16	28	28	28	4	6	12	20	28	4	28	20	12
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	0,72	1,21	1,69	1,69	1,21	0,72	0,58	0,87	0,87	0,58	1,69	0,34	0,34	0,14	0,43	2,96	4,93	6,90	0,49	6,90	4,93	2,96
Caída de Tensión (%)	0,32%	0,53%	0,74%	0,74%	0,53%	0,32%	0,25%	0,38%	0,38%	0,25%	0,74%	0,15%	0,15%	0,06%	0,19%	1,29%	2,14%	3,00%	0,21%	3,00%	2,14%	1,29%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 25 Cuadro eléctrico Red + Grupo. Sector 1. Planta baja

	CR-S1-PB					
	1	2	3	4	5	6
	Tomas de Corriente Espera 1	Tomas de Corriente Espera 2	Tomas de Corriente Espera 3	Tomas de Corriente Espera 4	Cortina de Aire	Tomas de Corriente Pasillo
<b>Potencia Instalada (kW)</b>	3,4	3,4	3,4	3,4	1,1	3,4
<b>Tensión (V)</b>	230	230	230	230	230	230
<b>Factor de Potencia</b>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
<b>Intensidad demandada (A)</b>	15,56	15,56	15,56	15,56	5,03	15,56
<b>Longitud circuito (m)</b>	16	24	24	16	4	28
<b>Sección normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	21	21	21	21	21	21
<b>Caída de Tensión (V)</b>	3,94	5,91	5,91	3,94	0,32	6,90
<b>Caída de Tensión (%)</b>	1,71%	2,57%	2,57%	1,71%	0,14%	3,00%
<b>Aislamiento</b>	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
<b>Magnetotérmico</b>	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 26 Cuadro eléctrico Red. Sector 1. Planta baja

	CRG-S2-PB																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Alumbrado Terapia Ocupacional 1	Alumbrado Terapia Ocupacional 2	Alumbrado Terapia Ocupacional 3	Alumbrado Terapia Ocupacional 4	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Escalera	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Entrada B	Alumbrado Aseos	Alumbrado Aseos	Alumbrado Vestuarios 1	Alumbrado Vestuarios 2	T. Corriente Terapia Ocupacional 1	T. Corriente Terapia Ocupacional 2	Puertas de Entrada B
Potencia Instalada (kW)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	3,4	3,4	1,7
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	3,38	3,38	3,38	3,38	2,42	2,42	1,45	0,43	0,43	0,43	2,90	1,45	1,45	1,45	1,45	15,56	15,56	7,78
Longitud circuito (m)	36	36	30	30	36	36	4	36	24	16	10	10	6	12	16	36	36	10
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21
Caída de Tensión (V)	3,04	3,04	2,54	2,54	2,17	2,17	0,14	0,43	0,29	0,19	0,72	0,36	0,22	0,43	0,58	8,87	8,87	1,23
Caída de Tensión (%)	1,32%	1,32%	1,10%	1,10%	0,95%	0,95%	0,06%	0,19%	0,13%	0,08%	0,32%	0,16%	0,09%	0,19%	0,25%	3,86%	3,86%	0,54%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

CR-S2-PB							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cortina de Aire	Tomas de Corriente Vestuarios 1	Tomas de Corriente Vestuarios 2	Tomas de Corriente Aseos	Tomas de Corriente Aseos	T. Corriente Terapia Ocupacional 3	T. Corriente Terapia Ocupacional 4	Tomas de Corriente Pasillo
1,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
230	230	230	230	230	230	230	230
0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
5,03	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
4	12	16	10	6	30	30	36
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
21	21	21	21	21	21	21	21
0,32	2,96	3,94	2,46	1,48	7,39	7,39	8,87
0,14%	1,29%	1,71%	1,07%	0,64%	3,21%	3,21%	3,86%
H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 27 Cuadros eléctricos. Sector 2. Planta baja



	CRG-S3-PB																CR-S3-PB							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16		1	2	3	4	5	6	7	8
	Alumbrado Entrada C	Alumbrado Hall de Entrada Principal	Alumbrado Hall de Entrada Principal	Alumbrado Hall de Entrada Principal	Alumbrado Recepción	Alumbrado Archivo Oficina	Alumbrado Contabilidad	Alumbrado Dirección	Alumbrado Subdirección	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Puertas de Entrada C	Tomas de Corriente Hall Principal 1	Tomas de Corriente Recepción		Tomas de Corriente Archivo Oficina	Tomas de Corriente Contabilidad	Tomas de Corriente Dirección	Tomas de Corriente Subdirección	Tomas de Corriente Pasillo	Cortina de Aire	Tomas de Corriente Hall Principal 2	Tomas de Corriente Hall Principal 3
Potencia Instalada (kW)	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,1	0,1	1,7	3,4	3,4		3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,1	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230		230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,95	0,95	0,95		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	2,90	4,35	4,35	4,35	4,35	2,90	2,90	2,90	2,90	2,42	0,43	0,43	7,78	15,56	15,56		15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	5,03	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	10	24	24	24	12	14	10	8	10	12	24	24	10	24	12		14	10	8	10	12	4	24	24
Sección normalizada (mm²)	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21		21	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	0,72	1,57	1,57	1,57	0,78	0,61	0,43	0,35	0,43	0,72	0,29	0,29	1,23	5,91	2,96		3,45	2,46	1,97	2,46	2,96	0,32	5,91	5,91
Caída de Tensión (%)	0,32%	0,68%	0,68%	0,68%	0,34%	0,26%	0,19%	0,15%	0,19%	0,32%	0,13%	0,13%	0,54%	2,57%	1,29%		1,50%	1,07%	0,86%	1,07%	1,29%	0,14%	2,57%	2,57%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V		H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A		2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 28 Cuadros eléctricos. Sector 3. Planta baja

	CRG-S4-PB																CR-S4-PB					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6
	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Entrada D	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Escalera	Alumbrado Aseos	Alumbrado Vestuarios	Alumbrado Médicos	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Médicos	Tomas de Corriente Médicos	Puertas de Entrada C	Cortina de Aire	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Vestuarios	Tomas de Corriente Aseos
Potencia Instalada (kW)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,7	1,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	3,86	3,86	3,86	3,86	2,90	0,43	0,43	1,45	1,45	1,45	1,93	15,56	15,56	15,56	15,56	7,78	5,03	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	22	22	22	22	10	26	26	6	8	12	28	26	26	28	28	10	4	26	26	26	30	8
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	2,13	2,13	2,13	2,13	0,72	0,31	0,31	0,22	0,29	0,43	1,35	6,41	6,41	6,90	6,90	1,23	0,32	6,41	6,41	6,41	7,39	1,97
Caída de Tensión (%)	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,32%	0,14%	0,14%	0,09%	0,13%	0,19%	0,59%	2,79%	2,79%	3,00%	3,00%	0,54%	0,14%	2,79%	2,79%	2,79%	3,21%	0,86%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 29 Cuadros eléctricos. Sector 4. Planta baja

	CRG-S5-PB												CR-S5-PB				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Rehabilitación	Alumbrado Entrada D	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Escalera	Alumbrado Recepción	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Rehabilitación	Puertas de Entrada D	Cortina de Aire	Tomas de Corriente Recepción	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Rehabilitación	Tomas de Corriente Rehabilitación
Potencia Instalada (kW)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,1	0,1	0,3	0,9	3,4	3,4	1,7	1,1	3,4	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	3,86	3,86	3,86	3,86	2,90	0,43	0,43	1,45	4,35	15,56	15,56	7,78	5,03	15,56	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	18	18	18	18	10	20	20	8	8	18	18	4	4	8	18	18	18
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	1,74	1,74	1,74	1,74	0,72	0,24	0,24	0,29	0,52	4,43	4,43	0,49	0,32	1,97	4,43	4,43	4,43
Caída de Tensión (%)	0,76%	0,76%	0,76%	0,76%	0,32%	0,11%	0,11%	0,13%	0,23%	1,93%	1,93%	0,21%	0,14%	0,86%	1,93%	1,93%	1,93%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 30 Cuadros eléctricos. Sector 5. Planta baja

	CRG-COC-PB							CR-COC-PB								
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Alumbrado Cafetería 1	Alumbrado Cafetería 2	Alumbrado Cafetería 3	Alumbrado Cafetería 4	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Pasillo	Tomas de Corriente 1	Tomas de Corriente 2	Tomas de Corriente 3	Tomas de Corriente 4	Cafetera	Campana Extractora	Frigorífico	Horno	Lavavajillas
Potencia Instalada (kW)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,1	0,1	0,5	3,4	3,4	3,4	3,4	5,1	3,3	1,6	5,8	3,8
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,85	0,95
Intensidad demandada (A)	2,90	2,90	2,90	2,90	0,43	0,43	2,42	15,56	15,56	15,56	15,56	23,34	15,10	7,32	29,67	17,39
Longitud circuito (m)	22	22	16	16	24	24	24	26	26	26	26	8	4	4	4	4
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	6	2,5	2,5	6	4
Intensidad máxima admisible (A)	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	21	36	21	21	36	27
Caida de Tensión (V)	1,59	1,59	1,16	1,16	0,29	0,29	1,45	6,41	6,41	6,41	6,41	1,23	0,96	0,46	0,70	0,69
Caida de Tensión (%)	0,69%	0,69%	0,50%	0,50%	0,13%	0,13%	0,63%	2,79%	2,79%	2,79%	2,79%	0,54%	0,42%	0,20%	0,30%	0,30%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 32 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 32 A	2P 20 A

Tabla 31 Cuadros eléctricos. Cocina. Planta baja

	1	2
	Alumbrado Habitación/Aseo	Tomas de Corriente Hab/Aseo
Potencia Instalada (kW)	0,4	3,4
Tensión (V)	230	230
Factor de Potencia	0,9	0,95
Intensidad demandada (A)	1,93	15,56
Longitud circuito (m)	10	10
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	1,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	15	21
Caída de Tensión (V)	0,48	2,46
Caída de Tensión (%)	0,21%	1,07%
Aislamiento	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 10 A	2P 16 A

Tabla 32 Cuadros eléctricos. Habitación Tipo

	CRG-Z1 -P1/P2													CR-Z1 -P1/P2		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3
	Alimentación Habitación 1	Alimentación Habitación 2	Alimentación Habitación 3	Alimentación Habitación 4	Alimentación Habitación 5	Alimentación Habitación 6	Alimentación Habitación 7	Alumbrado Estancia Trabajo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Escalera	Alumbrado Zona Vestibulo	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Estancia Trabajo	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Carros
Potencia Instalada (kW)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,1	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	1,93	2,42	2,42	1,45	1,93	0,43	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	22	22	16	16	12	12	6	4	24	24	4	4	24	6	26	6
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	21	21	21	21	21	21	21	15	15	15	15	15	15	21	21	21
Caída de Tensión (V)	6,06	6,06	4,41	4,41	3,30	3,30	1,65	0,19	1,45	1,45	0,14	0,19	0,29	1,48	6,41	1,48
Caída de Tensión (%)	2,63%	2,63%	1,92%	1,92%	1,44%	1,44%	0,72%	0,08%	0,63%	0,63%	0,06%	0,08%	0,13%	0,64%	2,79%	0,64%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 33 Cuadros eléctricos. Zona 1. Planta 1 y planta 2

	CRG-Z2 -P1/P2																			CR-Z2 -P1/P2							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2	3	4	5	6	7
	Alimentación Habitación 8	Alimentación Habitación 9	Alimentación Habitación 10	Alimentación Habitación 11	Alimentación Habitación 12	Alimentación Habitación 13	Alimentación Habitación 14	Alimentación Habitación 15	Alimentación Habitación 16	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Escalera	Alumbrado Cuarto Limpieza	Alumbrado Aseos	Alumbrado Sala Polivalente I	Alumbrado Comedor	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Sala Polivalente II	Alumbrado Evacuación	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Cuarto Limpieza	Tomas de Corriente Aseos	Tomas de Corriente Comedor	Tomas Corriente Sala Polivalente I	Tomas Corriente Sala Polivalente II
Potencia Instalada (kW)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	0,8	0,5	0,5	0,1	0,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	2,42	2,42	1,45	1,45	1,45	2,42	3,86	2,42	2,42	0,43	0,43	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	26	26	20	20	12	12	6	8	6	26	26	4	10	6	8	42	20	12	20	26	26	20	10	6	40	10	14
Sección normalizada (mm²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21
Caída de Tensión (V)	7,16	7,16	5,51	5,51	3,30	3,30	1,65	2,20	1,65	1,57	1,57	0,14	0,36	0,22	0,48	4,06	1,21	0,72	0,24	0,31	6,41	4,93	2,46	1,48	9,86	2,46	3,45
Caída de Tensión (%)	3,11%	3,11%	2,39%	2,39%	1,44%	1,44%	0,72%	0,96%	0,72%	0,68%	0,68%	0,06%	0,16%	0,09%	0,21%	1,76%	0,53%	0,32%	0,11%	0,14%	2,79%	2,14%	1,07%	0,64%	4,28%	1,07%	1,50%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 34 Cuadros eléctricos. Zona 2. Planta 1 y planta 2

	CR-Z3 -P1/P2															CR-Z3 -P1/P2		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3
	Alimentación Habitación 17	Alimentación Habitación 18	Alimentación Habitación 19	Alimentación Habitación 20	Alimentación Habitación 21	Alimentación Habitación 22	Alimentación Habitación 23	Alimentación Habitación 24	Alimentación Habitación 25	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Escalera	Alumbrado Cuarto Limpieza	Alumbrado Sala de Curas	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Cuarto Limpieza	Tomas de Sala de Curas
Potencia Instalada (kW)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,1	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	2,42	2,42	1,45	1,45	2,42	0,43	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	6	8	8	12	12	20	20	26	26	26	26	4	10	30	20	26	10	30
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	15	15	15	15	15	15	21	21	21
Caída de Tensión (V)	1,65	2,20	2,20	3,30	3,30	5,51	5,51	7,16	7,16	1,57	1,57	0,14	0,36	1,81	0,24	6,41	2,46	7,39
Caída de Tensión (%)	0,72%	0,96%	0,96%	1,44%	1,44%	2,39%	2,39%	3,11%	3,11%	0,68%	0,68%	0,06%	0,16%	0,79%	0,11%	2,79%	1,07%	3,21%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 35 Cuadros eléctricos. Zona 3. Planta 1 y planta 2



	CRG-Z4 -P1/P2														CR-Z4 -P1/P2		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3
	Alimentación Habitación 26	Alimentación Habitación 27	Alimentación Habitación 28	Alimentación Habitación 29	Alimentación Habitación 30	Alimentación Habitación 31	Alimentación Habitación 32	Alumbrado Estancia Trabajo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Pasillo	Alumbrado Escalera	Alumbrado Zona Vestíbulo	Alumbrado Baño Geriátrico	Alumbrado Evacuación	Tomas de Corriente Estancia Trabajo	Tomas de Corriente Pasillo	Tomas de Corriente Baño Geriátrico
Potencia Instalada (kW)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,1	3,4	3,4	3,4
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Factor de Potencia	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,95	0,95	0,95
Intensidad demandada (A)	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	17,39	1,93	2,42	2,42	1,45	1,93	2,42	0,43	15,56	15,56	15,56
Longitud circuito (m)	6	10	10	16	16	22	22	4	24	24	4	4	6	24	6	26	6
Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	21	21	21	21	21	21	21	15	15	15	15	15	15	15	21	21	21
Caida de Tensión (V)	1,65	2,75	2,75	4,41	4,41	6,06	6,06	0,19	1,45	1,45	0,14	0,19	0,36	0,29	1,48	6,41	1,48
Caida de Tensión (%)	0,72%	1,20%	1,20%	1,92%	1,92%	2,63%	2,63%	0,08%	0,63%	0,63%	0,06%	0,08%	0,16%	0,13%	0,64%	2,79%	0,64%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V
Magnetotérmico	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 20 A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	2P 16 A	2P 16 A	2P 16 A

Tabla 36 Cuadros eléctricos. Zona 4. Planta 1 y planta 2

	CRG-CUB														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Alumbrado Cubierta	Alumbrado Cubierta	Alumbrado Cubierta	Alumbrado Cubierta	Alumbrado Sala Caldera	Extractor Aseos Hab Ala Izda	Extractor Aseos Hab Ala Dcha	Extractor Cocina	Extractor Almacenes	Extractor Aseos Planta Baja y SS	Extractor Aseos Planta Baja y SS	Extractor Aseos Planta Baja y SS	Extractor Aseos Planta Baja y SS	Extractor Tanatorio	Extractor Garaje
<b>Potencia Instalada (kW)</b>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>Tensión (V)</b>	230	230	230	230	230	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
<b>Factor de Potencia</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
<b>Intensidad demandada (A)</b>	3,86	3,86	3,86	3,86	2,90	7,22	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79
<b>Longitud circuito (m)</b>	22	22	16	16	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Sección normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Intensidad máxima admisible (A)</b>	15	15	15	15	15	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<b>Caída de Tensión (V)</b>	2,13	2,13	1,55	1,55	0,87	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Caída de Tensión (%)</b>	0,92%	0,92%	0,67%	0,67%	0,38%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%
<b>Aislamiento</b>	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1
<b>Magnetotérmico</b>	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	2P 10 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A

Tabla 37 Cuadros eléctricos. Cuadros de red + grupo. Cubierta

	CR-CUB																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Tomas de Corriente Cubierta	Tomas de Corriente Cubierta	Tomas de Corriente Cubierta	Tomas de Corriente Cubierta	Tomas de Corriente Sala Calder	Caldera 1	Caldera 2	Caldera 3	UTA Ala Izquierda Planta Baja	UTA Ala Izquierda Planta 1	UTA Ala Izquierda Planta 2	UTA Ala Derecha Planta Baja	UTA Ala Derecha Planta 1	UTA Ala Derecha Planta 2	UTA Comedor Planta 1	UTA Comedor Planta 2	UTA Hall Principal	UTA Cafetería	UTA Oficinas Planta Baja	UTA Tanatorio	UTA Capilla	UTA Quirófanos	UTA Piscina	UTA Ala Izquierda Planta Sótano	Bomba UTA 1	Bomba UTA 2	Bomba UTA 3	Bomba ACS 1	Bomba ACS 2
Potencia Instalada (kW)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	15	15	15	15	15	15	7	7	15	15	15	7	7	7	15	15	12,5	12,5	12,5	5,5	5,5
Tensión (V)	230	230	230	230	230	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Factor de Potencia	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95	1	1	1	0,85	1	0,85	0,85	0,85	0,85	1	1	0,85	0,85	0,85	1	1	1	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1	1
Intensidad demandada (A)	16,43	16,43	15,56	15,56	15,56	4,91	4,91	4,91	25,47	21,65	25,47	25,47	25,47	25,47	10,10	10,10	25,47	25,47	25,47	10,10	10,10	10,10	25,47	25,47	21,23	21,23	21,23	7,94	7,94
Longitud circuito (m)	12	6	26	26	26	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Sección normalizada (mm²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	6	2,5	6	6	6	6	2,5	2,5	6	6	6	2,5	2,5	2,5	6	6	6	6	6	2,5	2,5
Intensidad máxima admisible (A)	21	21	21	21	21	23	23	23	40	23	40	40	40	40	23	23	40	40	40	23	23	23	40	40	40	40	40	23	23
Caída de Tensión (V)	2,96	1,48	6,41	6,41	6,41	0,62	0,62	0,62	1,14	2,73	1,14	1,14	1,14	1,14	1,27	1,27	1,14	1,14	1,14	1,27	1,27	1,27	1,14	1,14	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00
Caída de Tensión (%)	1,29%	0,64%	2,79%	2,79%	2,79%	0,15%	0,15%	0,15%	0,28%	0,68%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,32%	0,32%	0,28%	0,28%	0,28%	0,32%	0,32%	0,32%	0,28%	0,28%	0,24%	0,24%	0,24%	0,25%	0,25%
Aislamiento	H07V	H07V	H07V	H07V	H07V	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1	RV06/1
Magnetotérmico	2P 16 A	2P 16 A	2P 10A	2P 10A	2P 10A	4P 16 A	4P 16 A	4P 16 A	4P 32 A	4P 16 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 16 A	4P 16 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 16 A	4P 16 A	4P 16 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 32 A	4P 16 A	4P 16 A

Tabla 38    Cuadros eléctricos. Cuadros de red. Cubierta



## 2.3.4 Cálculo de las Protecciones

### 2.3.4.1 Protección contra sobrecargas

En la protección contra sobrecargas los dispositivos deben satisfacer en todo momento las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Donde,

$I_B$ : corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

$I_Z$ : corriente admisible del cable en función del tipo de instalación utilizado.

$I_n$ : corriente asignada del dispositivo de protección.

$I_2$ : corriente que asegura la actuación del dispositivo para un tiempo largo.

### 2.3.4.2 Protección contra cortocircuitos

En la protección contra cortocircuitos los dispositivos cumplirán con las siguientes condiciones:

- El poder de corte de los dispositivos debe ser mayor o igual que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en el punto de su instalación.
- El tiempo de corte que resulte de un cortocircuito no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para cortocircuitos de duración no superior a cinco segundos este tiempo  $t$  puede calcularse como:

$$\sqrt{t} = K \cdot \frac{S}{I}$$

De forma práctica queda:

$$(I^2 \cdot t)_{IA} \leq (I^2 \cdot t)_{Cable} = k^2 \cdot S^2$$

Donde,

$t$ : duración del cortocircuito [seg].

$S$ : sección [mm<sup>2</sup>]

I: corriente de cortocircuito efectiva, en valor eficaz [A]

K: constante que toma los valores reflejados en la norma UNE 20460-4-43

Esta última condición debe verificarse tanto para la  $I_{cc}$  máxima como mínima.

Para una mayor seguridad se suele utilizar la siguiente expresión:

$$I_{CC\min} > I_m$$

Donde,

$I_{CC\min}$ : corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegido por el interruptor. Para un sistema TT se corresponde con un cortocircuito fase-neutro.

$I_m$ : corriente mínima que asegura el disparo magnético

#### 2.3.4.3 Protección de la instalación contra sobretensiones

En el apartado 2 de la instrucción ITC-BT-23 se presenta una clasificación de las partes de la instalación, equipos y receptores, en función de los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener dichos equipos, estableciendo las siguientes categorías:

- Categoría I. Se aplica a equipos muy sensibles como ordenadores y equipos electrónicos de alta sensibilidad.
- Categoría II. Se aplica a equipos destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija tales como electrodomésticos o herramientas portátiles.
- Categoría III. Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica y a otros equipos para los que se requiere un alto nivel de fiabilidad como cuadros, embarrados, aparamenta, cables, canalizaciones y motores con conexión eléctrica fija como ascensores.
- Categoría IV. Se aplica a equipos y materiales conectados en el origen de la instalación o muy próximos tales como los equipos de medida o dispositivos generales de protección.

La siguiente tabla recoge para distintos valores de tensión los niveles de tensión a impulsos soportados en cada una de las anteriores categorías:

Tensión nominal de la instalación		Tensión Soportada a Impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas Trifásicos	Sistemas Monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1000	-				

Tabla 39 Niveles de tensión soportada a impulsos kV

La reducción de las sobretensiones de entrada en cada categoría a valores inferiores a los indicados es el objeto de la protección frente a sobretensiones. Ni los interruptores diferenciales, ni los interruptores automáticos son capaces de detener una sobretensión. Para esta función se emplearán protectores contra sobretensiones específicos. Un protector actúa como un interruptor controlado por tensión. Si la tensión es mayor que la nominal de la línea a proteger, el protector pasa a baja impedancia y deriva a tierra. En estado normal, el protector está en alta impedancia y es transparente a la instalación. Es un dispositivo destinado a limitar las sobretensiones transitorias y a derivar las ondas de corriente hacia tierra para limitar la amplitud de estas sobretensiones a un valor no peligroso para la instalación y el aparellaje eléctrico.

Los dispositivos a instalar serán de características equivalentes a los establecidos en la norma EN 61643. Esta norma clasifica en función de sus características los posibles dispositivos a instalar en tres tipos: Clase I, Clase II y Clase III.

Los parámetros característicos de los dispositivos de protección contra sobretensiones son:

- Nivel de protección ( $U_p$ ): debe ser inferior a la categoría de sobretensión de la instalación o equipo a proteger.
- Tensión máxima de servicio permanente ( $U_c$ ): es el valor eficaz de tensión máximo que puede aplicarse permanentemente a los bornes del dispositivo. Para nuestra red de distribución TT 230/400 la tensión máxima permanente se considerará un 10% superior al valor nominal, por lo que  $U_c$  del protector debe ser mayor a 253 V.
- Corriente nominal de descarga ( $I_N$ ): es la corriente de cresta que puede soportar el protector sin fallo.

Está prevista su instalación en varios niveles de manera coordinada, de manera que en el CGMP se instalará un equipo de alto poder de descarga o protección basta, mediante el empleo de un limitador de sobretensiones de clase I. La protección media y fina se realizará a través de limitadores de sobretensiones de clase II colocados en los distintos cuadros secundarios. Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro y la tierra de la instalación.

#### 2.3.4.4 Protección de las personas. Uso de DDR.

Para asegurar la protección contra contactos directos se ha previsto el uso de dispositivos de corriente diferencial residual (DDR) de alta sensibilidad ( $\leq 30 \text{ mA}$ )

En la protección contra contactos indirectos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Se creará el denominado “bucle de defecto” que permita la circulación de la corriente de defecto generada.
- Se seleccionarán los dispositivos de protección adecuados de acuerdo con el esquema de conexión de tierra de la instalación.

Los valores de la corriente diferencial residual de los dispositivos están normalizados. En la elección del valor  $I_{\Delta n}$  se debe considerar:

- Para esquemas TT:

$$R_A \cdot I_A \leq U$$

Donde:

$R_A$ : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_A$ : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

$U$ : tensión de contacto límite.

- Para evitar disparos intempestivos y garantizar la actuación de los dispositivos únicamente en caso de fallos de aislamiento se cumplirán la relación:

$$\frac{I_{\Delta n}}{2} > I_{fuga}$$



### 2.3.5 Red de Puesta a tierra en Baja Tensión

El objeto de la puesta a tierra de las masas de los receptores es asegurar la seguridad de las personas ante contactos indirectos. La máxima tensión que puede aparecer en las masas de los receptores o tensión de defecto, cuando ha habido un defecto a tierra, será el producto de la máxima intensidad de defecto sin que actúe el diferencial por la resistencia de tierra. En la ITC-BT-24 se exige que la tensión de defecto sea inferior a la tensión límite de contacto convencional:

$$R_A \cdot I_A \leq U$$

Donde:

$R_A$ : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_A$ : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

$U$ : tensión de contacto límite.

Los valores de resistencia de tierra exigibles por el REBT son muy elevados en general, consiguiéndose fácilmente mediante un adecuado dimensionado de la red de tierras. El objetivo será disponer de una instalación cuyos valores máximos de la resistencia de paso a tierra sean inferiores a 2 ohmios.

En primer lugar se calculará la resistencia que ofrece el conductor enterrado horizontalmente a lo largo del perímetro del edificio en las zanjas de cimentación, obteniendo el siguiente resultado:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 500}{260} = 3,84 \Omega$$

Donde,

$\rho$  : Resistividad del terreno. Se ha considerado un valor de 500 Ohmios por metro.

$L$ : Longitud del conductor enterrado en metros. Las dimensiones consideradas para la zanja de cimentación son 70 metros de largo por 60 metros de ancho.

Como se puede observar por sí solo el anillo conductor proporciona un valor muy reducido para la resistencia de paso a tierra. Para mejorar este valor se emplearán picas de dos metros de longitud hincadas sobre el terreno.

La resistencia de cada pica vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

El conjunto de picas y el anillo están en paralelo con respecto de tierra, por lo que:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{t\_anillo}} + \frac{1}{R_{t\_picas}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{t\_picas} = \frac{1}{\frac{1}{R_t} - \frac{1}{R_{t\_anillo}}} = \frac{1}{\frac{1}{2} - \frac{1}{3,84}} = 4,17\Omega$$

Por ello el número de picas que necesitaremos será:

$$R_{t\_picas} = \frac{\rho}{N \cdot L} \Rightarrow N = \frac{\rho}{R_{t\_picas} \cdot L} = \frac{500}{4,17 \cdot 2} = 60 \text{ picas}$$

Finalmente:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{t\_anillo}} + \frac{1}{R_{t\_picas}}} = \frac{1}{\frac{1}{3,84} + 60 \cdot \frac{1}{250}} = 1,99\Omega$$

El valor de la resistividad del terreno utilizado para los cálculos es orientativo. Es recomendable realizar las mediciones para obtener el valor real y de este modo dimensionar adecuadamente nuestra instalación.

La sección de los conductores de protección se calculará en base a la tabla 2 de la ITC-BT-18 del REBT:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm <sup>2</sup> )
S < 16	Sp = S
16 < S < 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

Tabla 40 Secciones mínimas para los conductores de protección

### 2.3.5.1 Distancias mínimas entre las redes de puesta a tierra proyectadas

Dos redes de tierras se considerarán independientes cuando una de ellas no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra

circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista. Para conseguir este objetivo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones en la instalación:

- No existirán canalizaciones metálicas conductoras próximas a la zona de influencia de los electrodos de la toma de tierra general del centro de transformación.
- Los elementos instalados en el centro de transformación deberán estar aislados de los elementos constructivos del edificio.
- La distancia entre las tomas de tierras del centro de transformación y las tomas de tierra de la instalación eléctrica de baja tensión, debe ser al menos de 15 metros para terrenos de resistividad no muy elevada ( $< 100 \text{ ohmios} \cdot \text{metro}$ ). Para terrenos malos conductores esta distancia puede ser mayor, quedando determinada por la siguiente ecuación:

$$D_{M\_CT-M\_BT} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U}$$

Donde,

D: distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y la instalación en BT.

$\rho$  : resistividad del terreno.

$I_d$ : corriente de defecto.

U: tomará el valor de 1200 V si el defecto es eliminado en un tiempo menor de 5 segundos o 250 V en caso contrario. Este tiempo es facilitado por la compañía eléctrica.

## 2.4 Instalaciones de Iluminación

Para el cálculo de los niveles de iluminación conseguidos en función de las luminarias proyectadas para las distintas dependencias del hospital, se ha optado por el uso de los Programas de Cálculo que facilita el propio fabricante de las mismas, alcanzando de este modo valores muy próximos a los que finalmente se tendrán.

El software utilizado es Ilugram; un potente y complejo programa de cálculo que permite realizar estudios en superficies personalizadas y para analizar e ilustrar los resultados tal y como se muestra a final de esta sección.

A continuación se definen las magnitudes principales que se considerarán, así como las unidades en que se miden, pues son la base para realizar los cálculos de iluminación según las necesidades que por uso o destino se han de prever en los diferentes recintos del hospital.

- Flujo Luminoso ( $\phi$ ): Es la cantidad de luz total emitida o radiada por una fuente, en un segundo en todas las direcciones. Su unidad de medida es el lumen ( $lm$ ).
- Rendimiento luminoso o eficacia luminosa ( $\varepsilon$ ): Indica el flujo que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Viene dada por la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{\phi}{P} \text{ (lm/W)}$$

- Intensidad luminosa ( $I$ ): es igual al flujo emitido por una fuente de luz en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección. Su unidad es la candela ( $cd$ ).

$$I = \frac{\phi}{\omega} \text{ (lm/rad)}$$

- Iluminancia ( $E$ ): representa el nivel de iluminación de una superficie y se define como la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. La unidad de medida de la iluminancia es el lux ( $lx$ ).

$$E = \frac{\phi}{S} \text{ (lm/m}^2\text{)}$$

- Luminancia ( $L$ ): se llama así al efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede como una fuente primaria que produce luz, como de una fuente secundaria que refleja luz. La luminancia mide brillo de las fuentes luminosas primarias y de las fuentes que constituyen los objetos iluminados. La luminancia de una superficie iluminada es el cociente entre la intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección, y la superficie de la fuente proyectada según dicha dirección. Se calcula con la siguiente ecuación y

su unidad de medida es el nit (nt). En la Figura 27 se muestra gráficamente el concepto de Luminancia.

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha} \text{ (cd/m}^2\text{)}$$

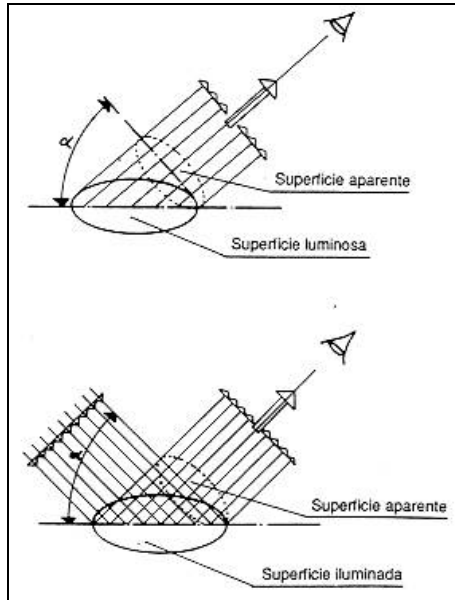


Figura 27 Luminancia de una superficie

- Reflectancia ( $\rho$ ): Relación entre el flujo reflejado por un cuerpo y el flujo recibido. Se mide en %.
- Factor de uniformidad media ( $g_1$ ): Relación entre la iluminación mínima y la media en una instalación de alumbrado. Se mide en %.
- Factor de diversidad ( $g_2$ ): Relación entre la iluminación mínima y máxima en una instalación de alumbrado.
- Factor de mantenimiento ( $F_m$ ): Coeficiente que indica el grado de conservación de una instalación. Se mide en % y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_m = F_{pl} \cdot F_{dl} \cdot F_t \cdot F_e \cdot F_c$$

donde,

$F_{pl}$  es el factor posición lámpara;

$F_{dl}$  es el factor de depreciación lámpara;

$F_t$  es el factor temperatura;

$F_e$  es el factor equipo de encendido;

$F_c$  es el factor conservación de la instalación;

En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos por el software Ilugram para las estancias más significativas del edificio con las luminarias diseñadas en la sección 1.2.4.6.1.

## 2.4.1 Cálculos de Luminotecnia en la Instalación

- Aparcamiento:

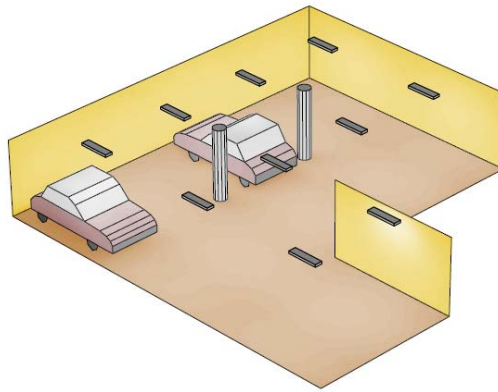


Figura 28 Plano del aparcamiento del hospital

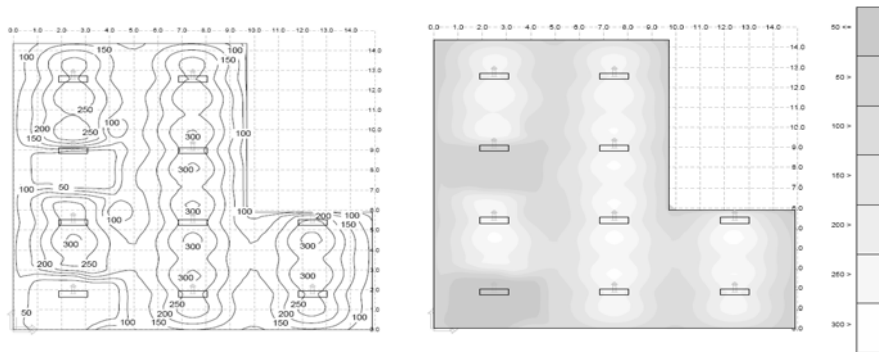


Figura 29 Curvas isolux y escala de grises del aparcamiento del hospital

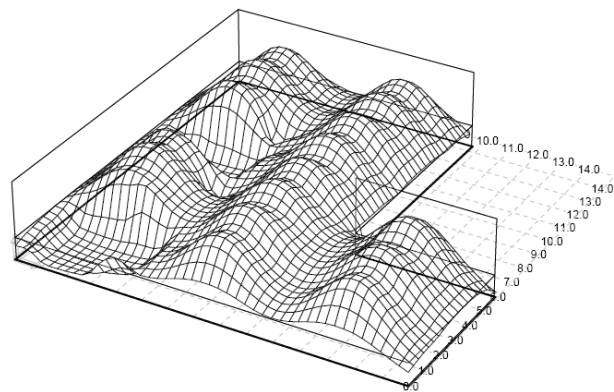


Figura 30 Plano de montañas del aparcamiento del hospital

Factor de Mantenimiento	0,8
Dimensiones del local	
Ancho	14,35
Largo	14,90
Altura	3,00
Reflectancias	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
Plano de Trabajo	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	5,3
Iluminancia lx	
Valor medio	171
Máximo	319
Mínimo	1
Uniformidad (g1) min/med	0,00
Diversidad g2 (min/max)	0,00

Tabla 41 Parámetros de iluminación característicos del aparcamiento

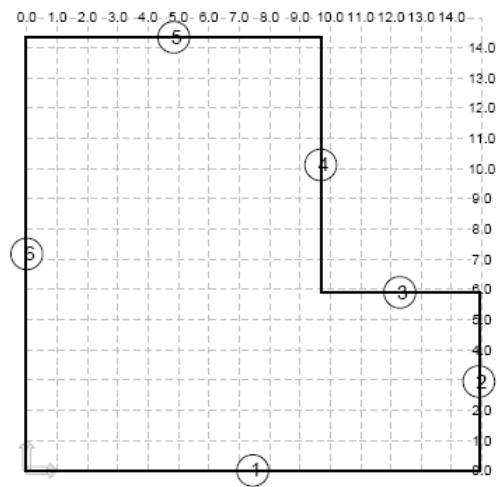


Figura 31 Plano de paredes del aparcamiento del hospital

Área	Rejilla X*Y	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1 min/med	Diversidad g2 min/max
			Medio	Máximo	Mínimo		
Plano de Trabajo	0,25*0,25		171	319	0,62	0,00	0,00
Pared 1	0,25*0,25	50	86	155	3,85	0,04	0,02
Pared 2	0,25*0,25	50	76	110	24	0,32	0,22
Pared 3	0,25*0,25	50	139	811	23	0,17	0,03
Pared 4	0,25*0,25	50	84	118	21	0,25	0,18
Pared 5	0,25*0,25	50	88	146	22	0,25	0,15
Pared 6	0,25*0,25	50	75	108	14	0,18	0,13
Suelo	0,25*0,25	30	149	264	1,53	0,01	0,01
Techo	0,25*0,25	70	52	108	14	0,27	0,13

Tabla 42 Parámetros característicos de iluminación en cada pared del aparcamiento

• Aseos:

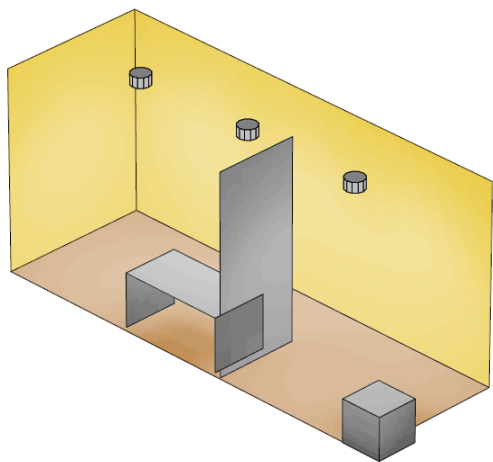


Figura 32 Plano de aseos del hospital



Figura 33 Curvas isolux y escala de grises de los aseos del hospital

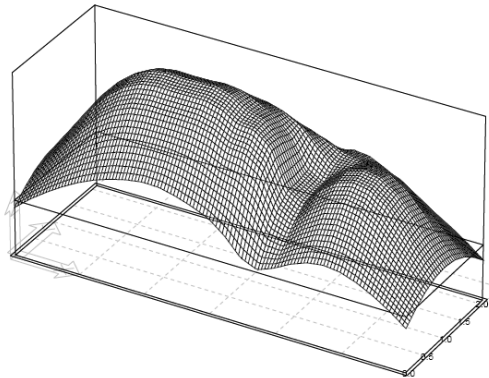


Figura 34 Plano de montañas del aseo

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
Ancho	2,11
Largo	5,95
Altura	2,85
<b>Reflectancias</b>	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,26
W/m2	17,2
<b>Iluminancia lx</b>	
Valor medio	238
Máximo	354
Mínimo	102
Uniformidad (g1) min/med	0,43
Diversidad g2 (min/max)	0,29

Tabla 43 Parámetros de iluminación característicos del aseo

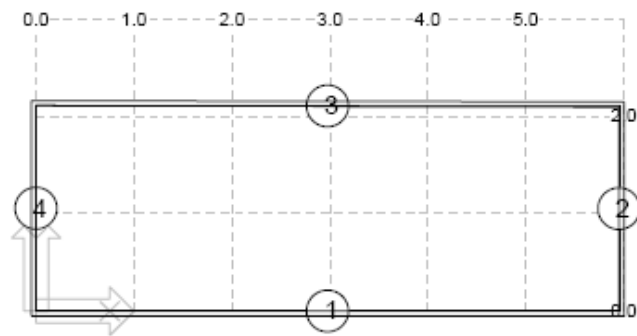


Figura 35 Plano de paredes del aparcamiento del aseo

Área	Rejilla X*Y	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1 min/med	Diversidad g2 min/max
			Medio	Máximo	Mínimo		
Plano de Trabajo	0,25*0,26		238	354	102	0,43	0,27
Pared 1	0,25*0,25	50	71	162	2,74	0,04	0,02
Pared 2	0,26*0,25	50	61	119	17	0,27	0,14
Pared 3	0,25*0,25	50	89	164	16	0,18	0,1
Pared 4	0,26*0,25	50	76	133	24	0,32	0,18
Suelo	0,25*0,26	30	131	222	3,64	0,03	0,02
Techo	0,26*0,25	70	33	49	15	0,47	0,31

Tabla 44 Parámetros característicos de iluminación en cada pared del aseo

• Cafetería:

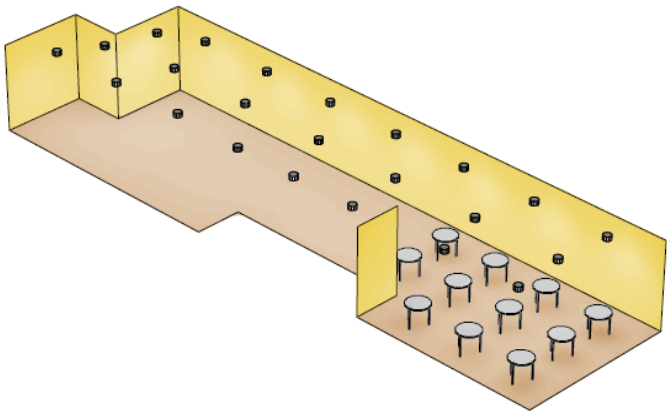


Figura 36 Plano de la cafetería

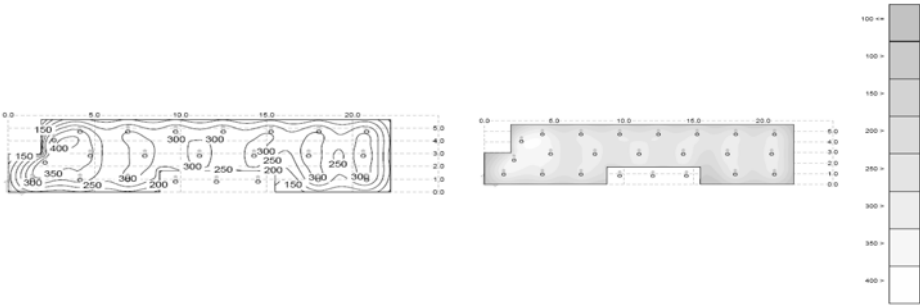


Figura 37 Curvas isolux y escala de grises de la cafetería

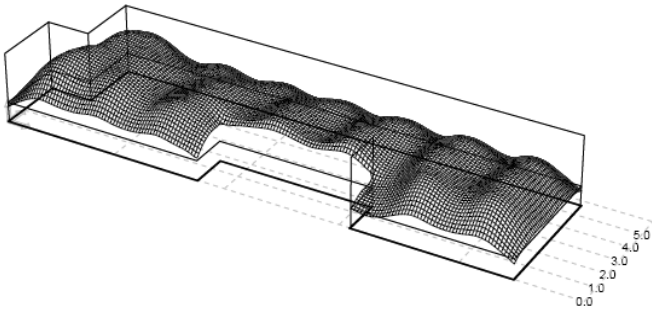


Figura 38 Plano de montañas de la cafetería

Factor de Mantenimiento	0,8
Dimensiones del local	
Ancho	5,65
Largo	22,20
Altura	3,00
Reflectancias	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
Plano de Trabajo	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	15,2
Illuminancia lx	
Valor medio	272
Máximo	415
Mínimo	67
Uniformidad (g1) min/med	0,25
Diversidad g2 (min/max)	0,16

Tabla 45 Parámetros de iluminación característicos de la cafetería

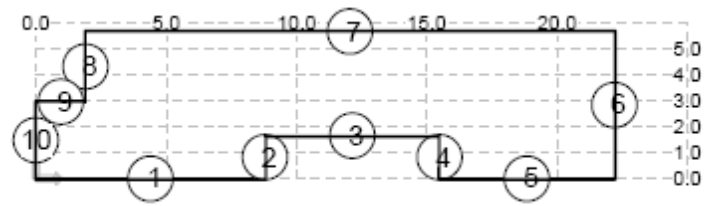


Figura 39 Plano de paredes de la cafetería

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		272	415	67	0,25	0,16
Pared 1	0,25*0,25	50	102	201	25	0,25	0,13
Pared 2	0,24*0,25	50	71	121	28	0,39	0,23
Pared 3	0,25*0,25	50	88	152	42	0,48	0,28
Pared 4	0,24*0,25	50	40	69	19	0,48	0,28
Pared 5	0,25*0,25	50	76	180	20	0,27	0,11
Pared 6	0,25*0,25	50	72	111	24	0,34	0,22
Pared 7	0,25*0,25	50	99	203	22	0,23	0,11
Pared 8	0,25*0,25	50	116	266	28	0,24	0,11
Pared 9	0,24*0,25	50	84	241	22	0,26	0,09
Pared 10	0,25*0,25	50	75	124	25	0,34	0,20
Suelo	0,25*0,25	30	219	351	20	0,09	0,06
Techo	0,25*0,25	70	55	73	7,6	0,14	0,10

Tabla 46 Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la cafetería

• Comedor

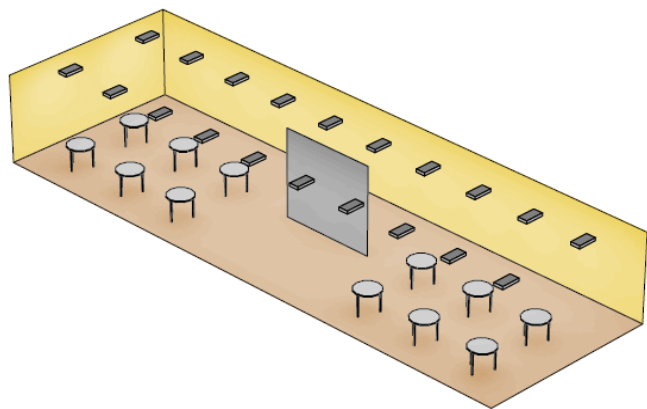


Figura 40 Plano del comedor

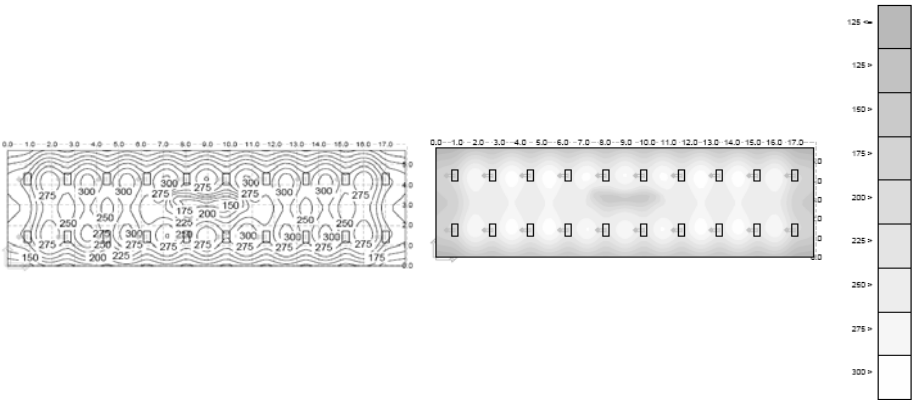


Figura 41 Curvas isolux y escala de grises del comedor

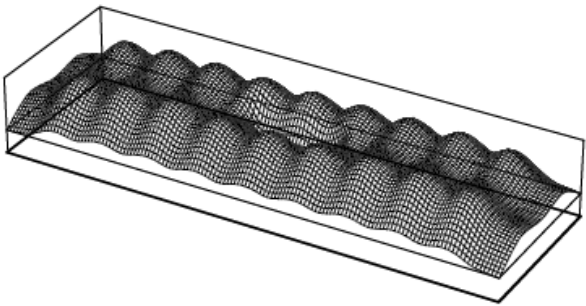


Figura 42 Plano de montañas del comedor

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
<b>Ancho</b>	5,70
<b>Largo</b>	17,90
<b>Altura</b>	2,80
<b>Reflectancias</b>	
<b>Suelo</b>	30
<b>Pared</b>	60
<b>Techo</b>	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
<b>Altura [m]</b>	0,85
<b>Zona de pared</b>	0,00
<b>Iteraciones</b>	4
<b>Rejilla [m] (X*Y)</b>	0,25*0,25
<b>W/m2</b>	11,0
<b>Iluminancia lx</b>	
<b>Valor medio</b>	236
<b>Máximo</b>	322
<b>Mínimo</b>	107
<b>Uniformidad (g1) min/med</b>	0,45
<b>Diversidad g2 (min/max)</b>	0,33

Tabla 47 Parámetros de iluminación característicos del comedor

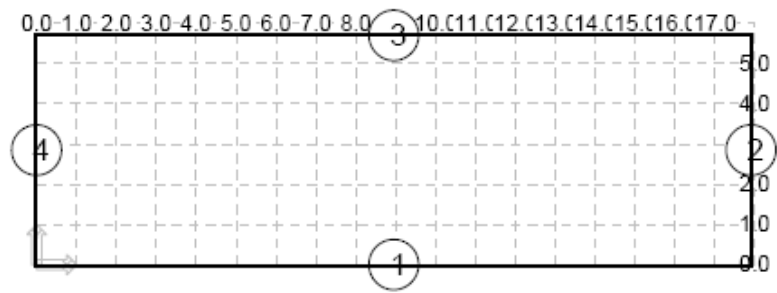


Figura 43 Plano de paredes del comedor

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		236	322	107	0,45	0,33
Pared 1	0,25*0,25	50	103	145	32	0,31	0,22
Pared 2	0,25*0,25	50	111	208	30	0,27	0,14
Pared 3	0,25*0,25	50	110	152	31	0,28	0,20
Pared 4	0,25*0,25	50	111	208	30	0,27	0,14
Suelo	0,25*0,25	30	169	232	32	0,19	0,14
Techo	0,25*0,25	70	52	62	27	0,52	0,44

Tabla 48 Parámetros característicos de iluminación en cada pared del comedor

• Consulta

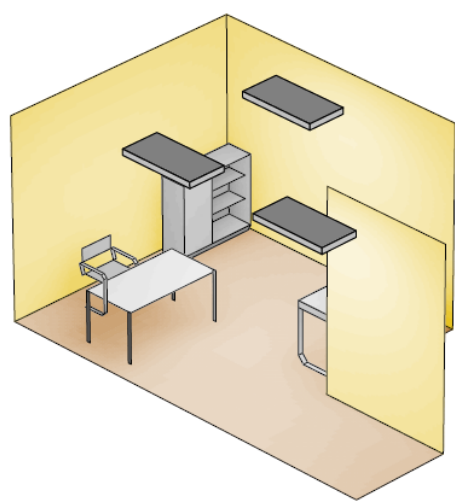


Figura 44 Plano de la consulta

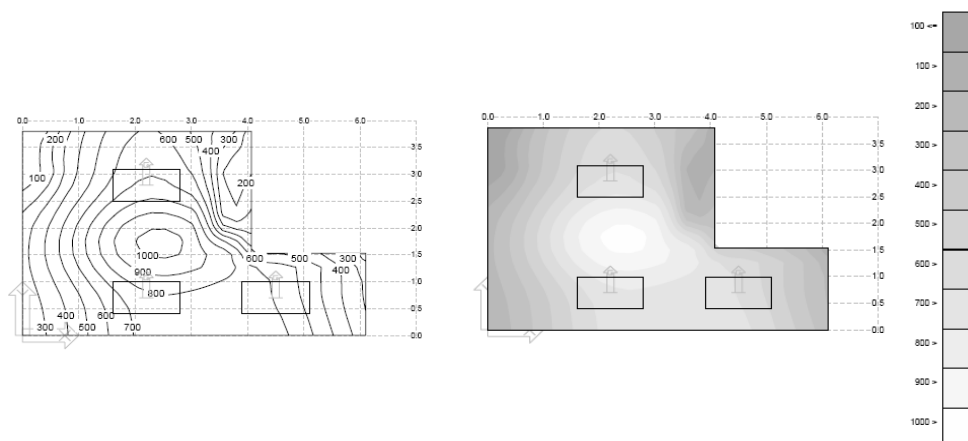


Figura 45 Curvas isolux y escala de grises de la consulta

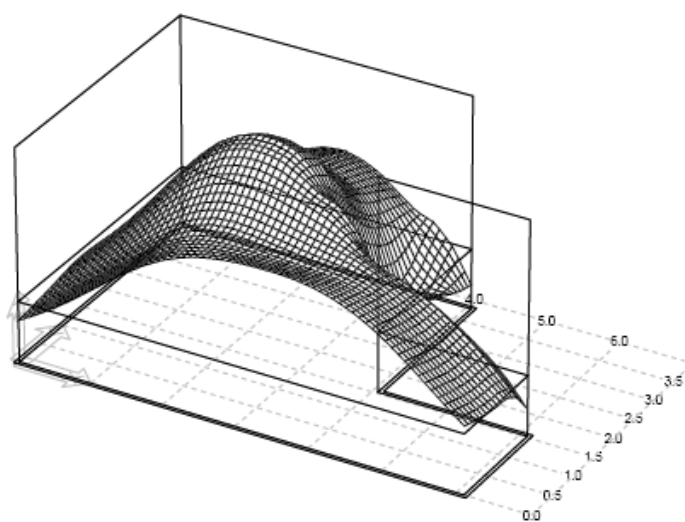


Figura 46 Plano de montañas de la consulta

Factor de Mantenimiento	0,8
Dimensiones del local	
Ancho	3,80
Largo	6,10
Altura	3,00
Reflectancias	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
Plano de Trabajo	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	29,1
Iluminancia lx	
Valor medio	587
Máximo	1051
Mínimo	21
Uniformidad (g1) min/med	0,04
Diversidad g2 (min/max)	0,02

Tabla 49 Parámetros de iluminación característicos de la consulta

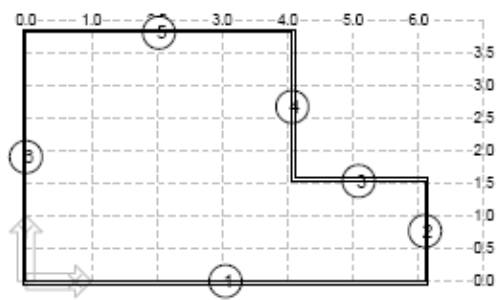


Figura 47 Plano de paredes de la consulta

Área	Rejilla X*Y	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
			Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		587	1051	21	0,04	0,02
Pared 1	0,25*0,25	50	405	1166	68	0,17	0,06
Pared 2	0,25*0,25	50	268	357	125	0,47	0,35
Pared 3	0,25*0,25	50	415	973	113	0,27	0,12
Pared 4	0,25*0,25	50	171	343	4,03	0,02	0,01
Pared 5	0,25*0,25	50	276	703	3,41	0,01	0,00
Pared 6	0,25*0,25	50	158	274	1,8	0,01	0,01
Suelo	0,25*0,25	30	331	650	4,04	0,01	0,01
Techo	0,25*0,25	70	132	184	37	0,28	0,20

Tabla 50 Parámetros característicos de iluminación en cada pared del comedor



- Despachos

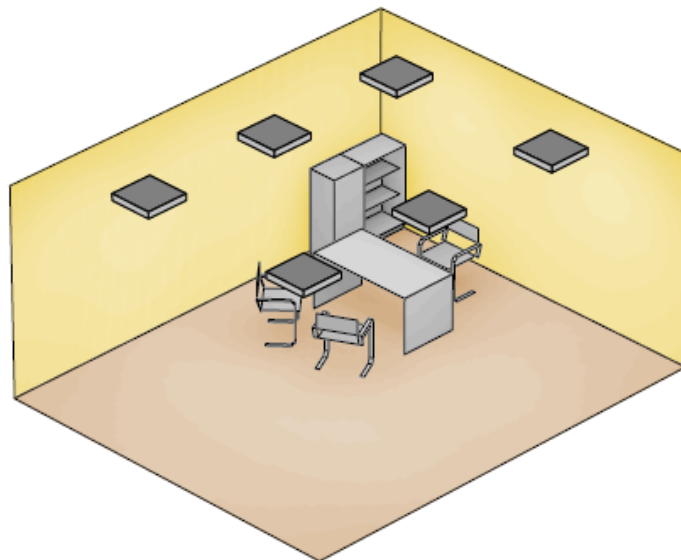


Figura 48 Plano del despacho

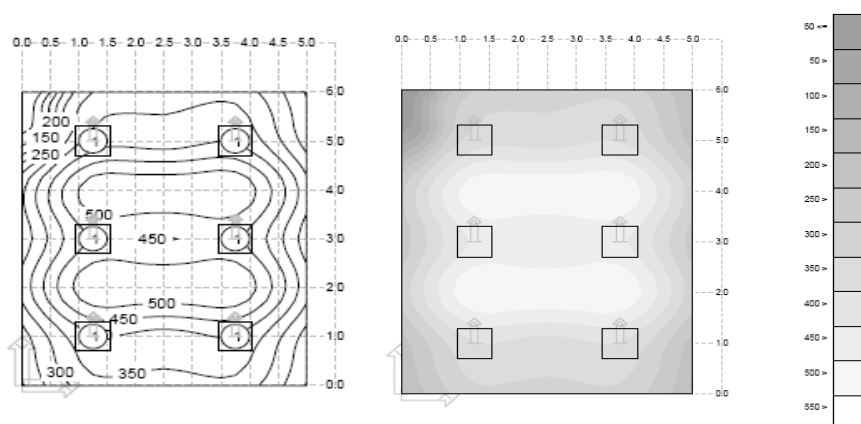


Figura 49 Curvas isolux y escala de grises del despacho

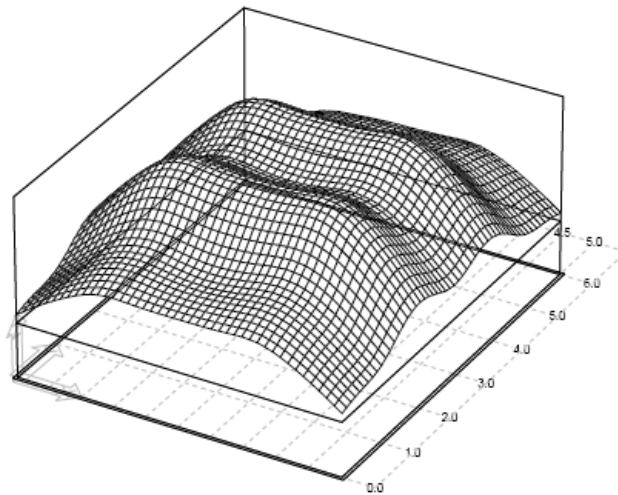


Figura 50 Plano de montañas del despacho

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
<b>Ancho</b>	6,00
<b>Largo</b>	5,00
<b>Altura</b>	2,80
<b>Reflectancias</b>	
<b>Suelo</b>	30
<b>Pared</b>	50
<b>Techo</b>	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
<b>Altura [m]</b>	0,85
<b>Zona de pared</b>	0,00
<b>Iteraciones</b>	4
<b>Rejilla [m] (X*Y)</b>	0,25*0,25
<b>W/m2</b>	22,4
<b>Iluminancia lx</b>	
<b>Valor medio</b>	400
<b>Máximo</b>	586
<b>Mínimo</b>	13
<b>Uniformidad (g1) min/med</b>	0,03
<b>Diversidad g2 (min/max)</b>	0,02

Tabla 51 Parámetros de iluminación característicos del despacho

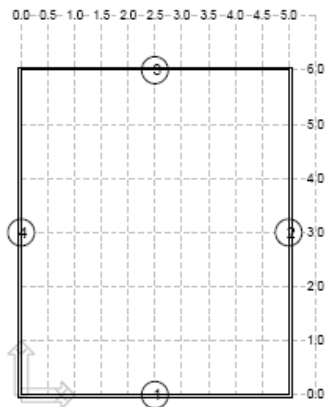


Figura 51 Plano de paredes del despacho

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		400	556	13	0,03	0,02
Pared 1	0,25*0,25	50	208	340	56	0,27	0,16
Pared 2	0,25*0,25	50	190	278	57	0,30	0,21
Pared 3	0,25*0,25	50	183	338	0,84	0,00	0,00
Pared 4	0,25*0,25	50	162	270	0,82	0,01	0,00
Suelo	0,25*0,25	30	264	421	1,88	0,01	0,00
Techo	0,25*0,25	70	84	98	47	0,56	0,48

Tabla 52 Parámetros característicos de iluminación en cada pared del despacho

• Habitaciones de planta

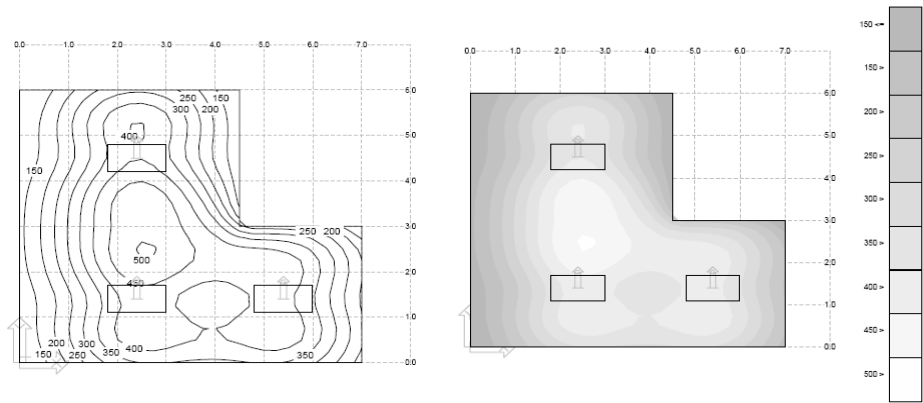


Figura 52 Curvas isolux y escala de grises de la habitación

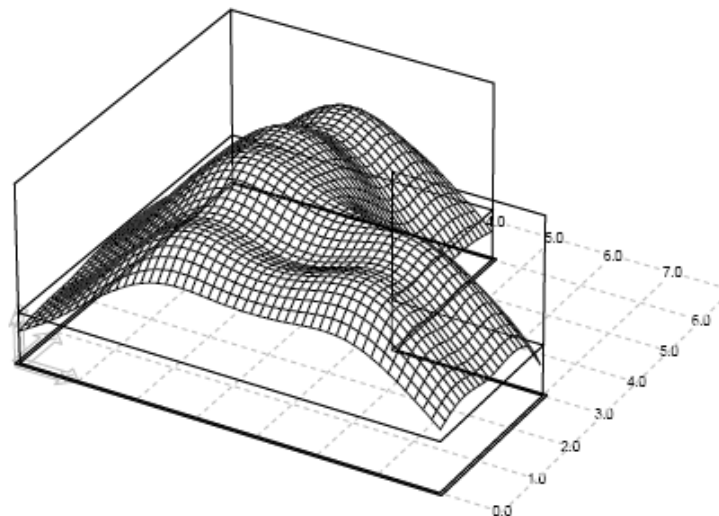


Figura 53 Plano de montañas de la habitación

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
Ancho	6,00
Largo	7,00
Altura	3,00
<b>Reflectancias</b>	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	11,7
<b>Iluminancia lx</b>	
Valor medio	330
Máximo	507
Mínimo	100
Uniformidad (g1) min/med	0,30
Diversidad g2 (min/max)	0,20

Tabla 53 Parámetros de iluminación característicos de la habitación

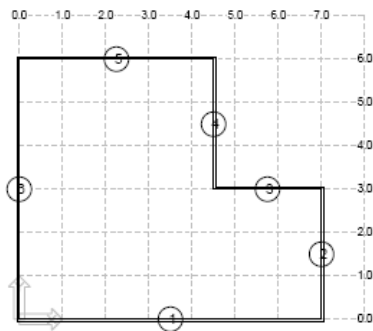


Figura 54 Plano de paredes de la habitación

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Minimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		330	507	100	0,30	0,20
Pared 1	0,25*0,25	50	163	299	5,1	0,03	0,02
Pared 2	0,25*0,25	50	144	217	42	0,29	0,19
Pared 3	0,25*0,25	50	170	259	42	0,25	0,16
Pared 4	0,25*0,25	50	117	176	30	0,26	0,17
Pared 5	0,25*0,25	50	126	260	5,9	0,05	0,02
Pared 6	0,25*0,25	50	92	140	6,3	0,07	0,05
Suelo	0,25*0,25	30	186	400	7,9	0,04	0,02
Techo	0,25*0,25	70	64	83	14	0,22	0,17

Tabla 54 Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la habitación

• Vestíbulo principal:

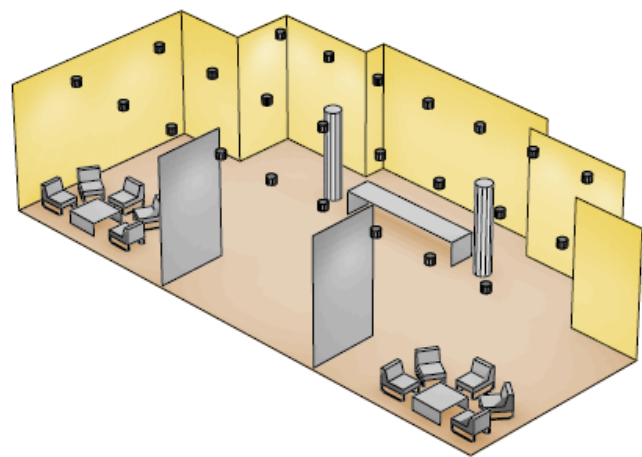


Figura 55 Plano del vestíbulo

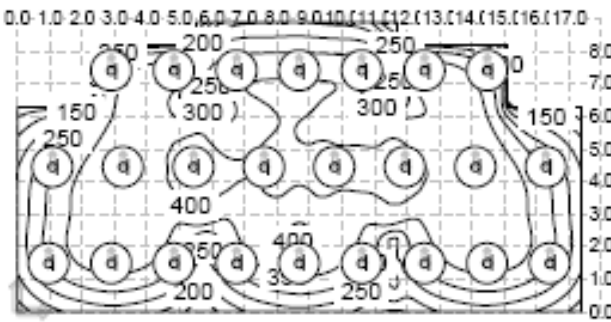


Figura 56 Curvas isolux del vestíbulo

Factor de Mantenimiento		0,8
Dimensiones del local		
Ancho		8,91
Largo		17,37
Altura		4,00
Reflectancias		
Suelo		30
Pared		50
Techo		70
Plano de Trabajo		
Altura [m]		0,85
Zona de pared		0,00
Iteraciones		4
Rejilla [m] (X*Y)		0,25*0,25
W/m2		18,8
Iluminancia lx		
Valor medio		331
Máximo		412
Mínimo		72
Uniformidad (g1) min/med		0,22
Diversidad g2 (min/max)		0,17

Tabla 55 Parámetros de iluminación característicos del vestíbulo

- Piscina Rehabilitación:

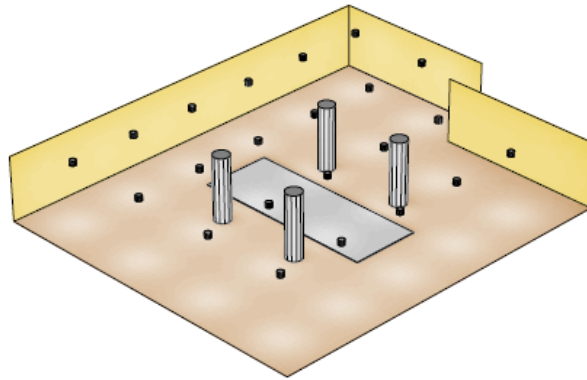


Figura 57 Plano de la piscina de rehabilitación

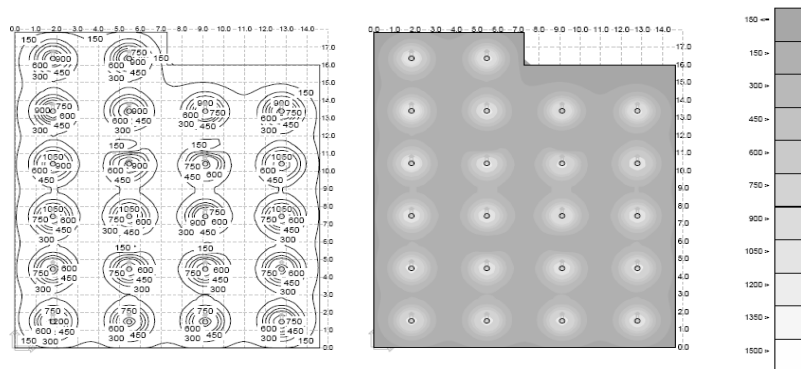


Figura 58 Curvas isolux y escala de grises de la piscina de rehabilitación

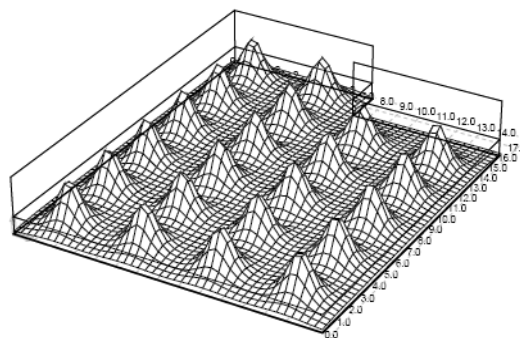


Figura 59 Plano de montañas de la piscina de rehabilitación

Factor de Mantenimiento	0,8
Dimensiones del local	
Ancho	17,85
Largo	14,60
Altura	2,80
Reflectancias	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
Plano de Trabajo	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	7,7
Iluminancia lx	
Valor medio	367
Máximo	1555
Mínimo	27
Uniformidad (g1) min/med	0,07
Diversidad g2 (min/max)	0,02

Tabla 56 Parámetros de iluminación característicos de la piscina de rehabilitación

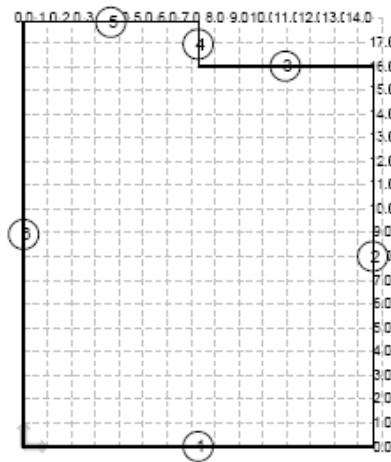


Figura 60 Plano de paredes de la piscina de rehabilitación



Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		367	1555	27	0,07	0,02
Pared 1	0,25*0,25	50	135	195	46	0,34	0,24
Pared 2	0,25*0,25	50	125	175	32	0,26	0,18
Pared 3	0,25*0,25	50	83	107	35	0,42	0,33
Pared 4	0,25*0,25	50	103	150	39	0,38	0,26
Pared 5	0,25*0,25	50	123	179	39	0,32	0,22
Pared 6	0,25*0,25	50	130	175	44	0,34	0,25
Suelo	0,25*0,25	30	300	857	0,00	0,00	0,00
Techo	0,25*0,25	70	90	135	16	0,18	0,12

Tabla 57      Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la piscina de rehabilitación

• Quirófano:

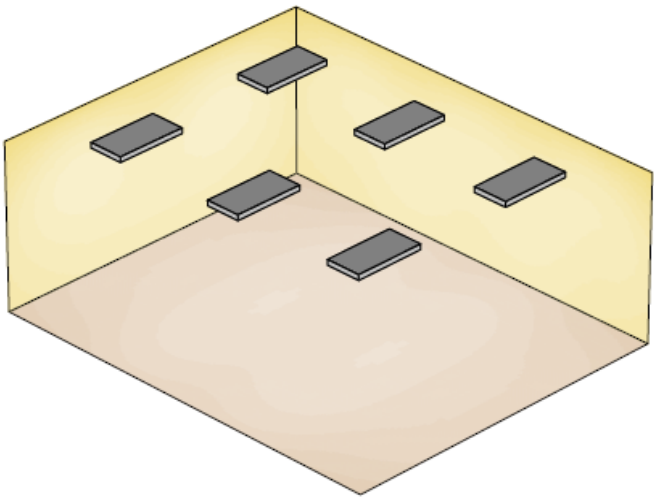


Figura 61    Plano de un quirófano tipo

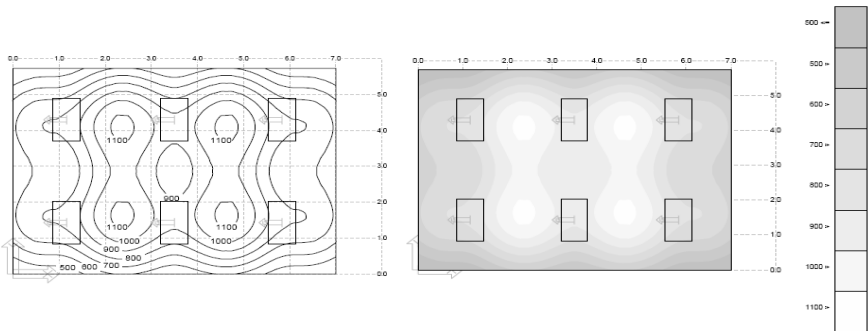


Figura 62    Curvas isolux y escala de grises del quirófano

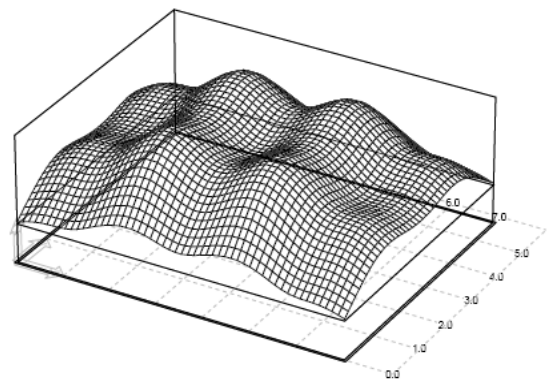


Figura 63 Plano de montañas del quirófano

Factor de Mantenimiento	0,8
Dimensiones del local	
Ancho	5,73
Largo	7,00
Altura	2,80
Reflectancias	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
Plano de Trabajo	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	26,9
Iluminancia lx	
Valor medio	825
Máximo	1145
Mínimo	420
Uniformidad (g1) min/med	0,51
Diversidad g2 (min/max)	0,37

Tabla 58 Parámetros de iluminación característicos del quirófano

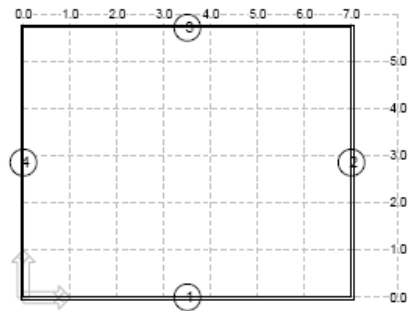


Figura 64 Plano de paredes del quirófano

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		825	1145	420	0,51	0,37
Pared 1	0,25*0,25	50	388	542	111	0,29	0,20
Pared 2	0,25*0,25	50	415	653	111	0,27	0,17
Pared 3	0,25*0,25	50	388	542	111	0,29	0,20
Pared 4	0,25*0,25	50	415	653	111	0,27	0,17
Suelo	0,25*0,25	30	692	941	375	0,54	0,40
Techo	0,25*0,25	70	190	223	108	0,57	0,48

Tabla 59    Parámetros característicos de iluminación en cada pared del quirófano

• Sala de espera:

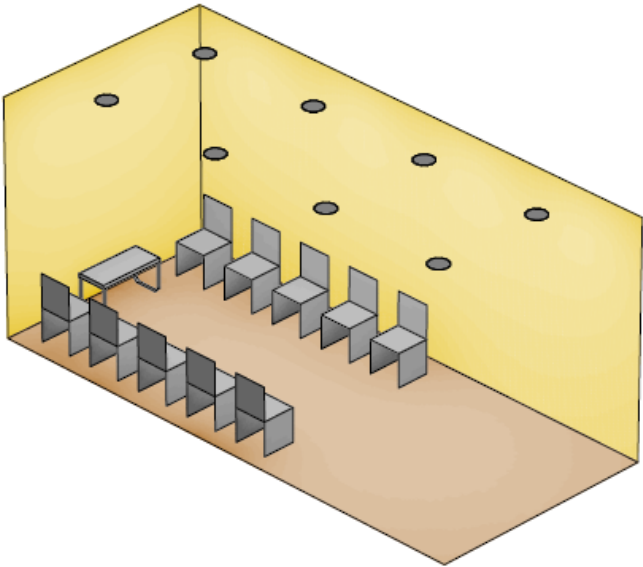


Figura 65    Plano de la sala de espera

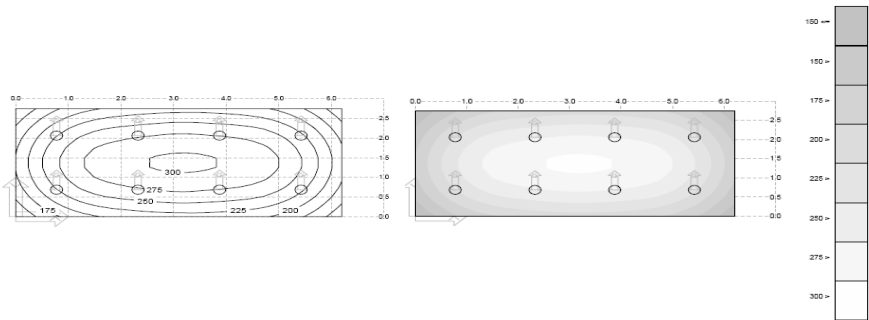


Figura 66    Curvas isolux y escala de grises de la sala de espera

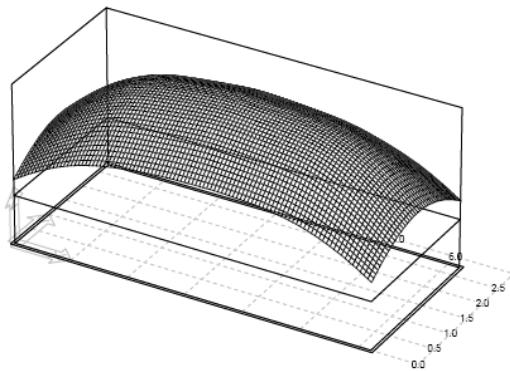


Figura 67 Plano de montañas de la sala de espera

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
Ancho	2,75
Largo	6,20
Altura	2,80
<b>Reflectancias</b>	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	16,0
<b>Iluminancia lx</b>	
Valor medio	243
Máximo	306
Mínimo	141
Uniformidad (g1) min/med	0,58
Diversidad g2 (min/max)	0,45

Tabla 60 Parámetros de iluminación característicos de la sala de espera

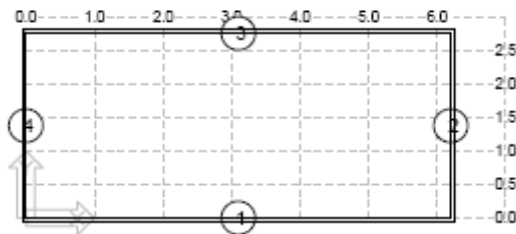


Figura 68 Plano de paredes de la sala de espera

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		243	306	141	0,58	0,46
Pared 1	0,25*0,25	50	126	246	19	0,15	0,08
Pared 2	0,25*0,25	50	132	208	58	0,44	0,28
Pared 3	0,25*0,25	50	126	246	19	0,15	0,08
Pared 4	0,25*0,25	50	110	203	4,76	0,04	0,02
Suelo	0,25*0,25	30	136	217	10	0,07	0,05
Techo	0,25*0,25	70	52	63	37	0,71	0,59

Tabla 61      Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de espera

• Sala de rehabilitación

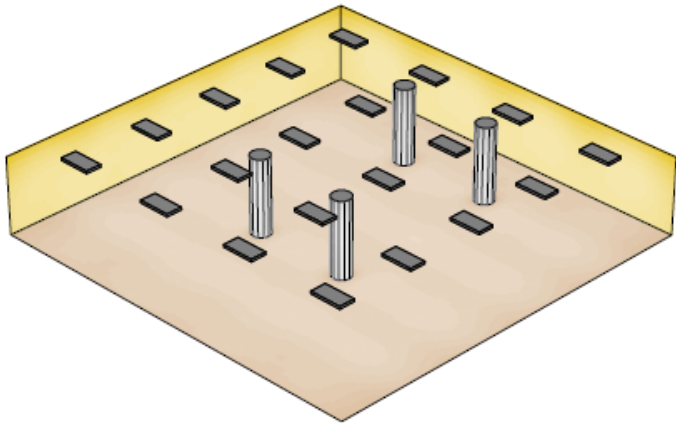


Figura 69      Plano de la sala de rehabilitación

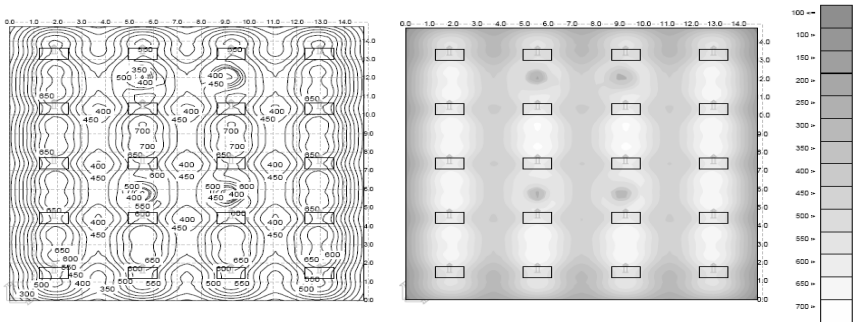


Figura 70      Curvas isolux y escala de grises de la sala de rehabilitación

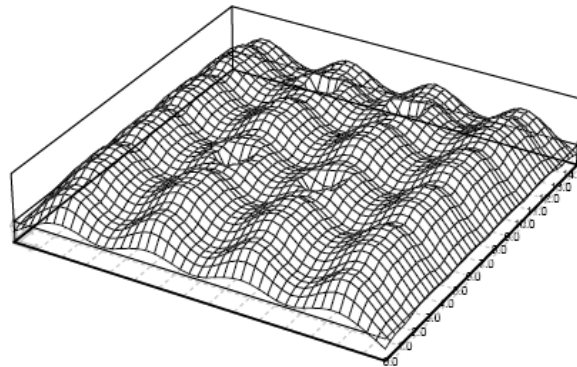


Figura 71 Plano de montañas de la sala de rehabilitación

Factor de Mantenimiento	0,8
Dimensiones del local	
Ancho	14,77
Largo	14,80
Altura	2,80
Reflectancias	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
Plano de Trabajo	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	16,5
Iluminancia lx	
Valor medio	495
Máximo	719
Mínimo	56
Uniformidad (g1) min/med	0,11
Diversidad g2 (min/max)	0,08

Tabla 62 Parámetros de iluminación característicos de la sala de rehabilitación

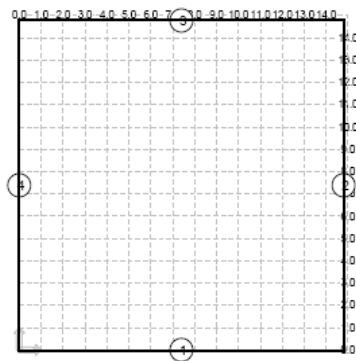


Figura 72 Plano de paredes de la sala de rehabilitación

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		496	719	56	0,11	0,08
Pared 1	0,25*0,25	50	177	316	4,57	0,03	0,01
Pared 2	0,25*0,25	50	149	245	5,1	0,03	0,02
Pared 3	0,25*0,25	50	173	305	4,56	0,03	0,01
Pared 4	0,25*0,25	50	149	245	5,1	0,03	0,02
Suelo	0,25*0,25	30	440	629	7	0,02	0,01
Techo	0,25*0,25	70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 63    Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de rehabilitación

- Sala polivalente

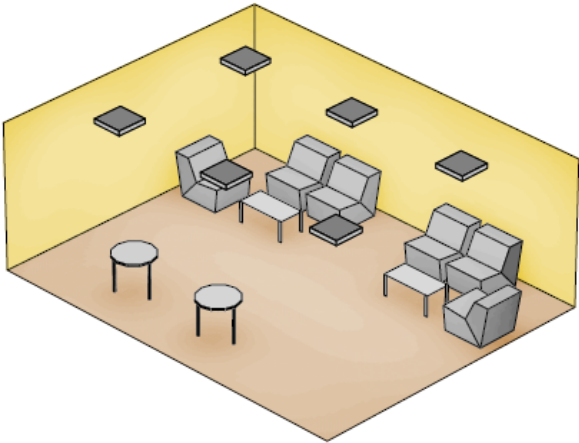


Figura 73    Plano de la sala polivalente

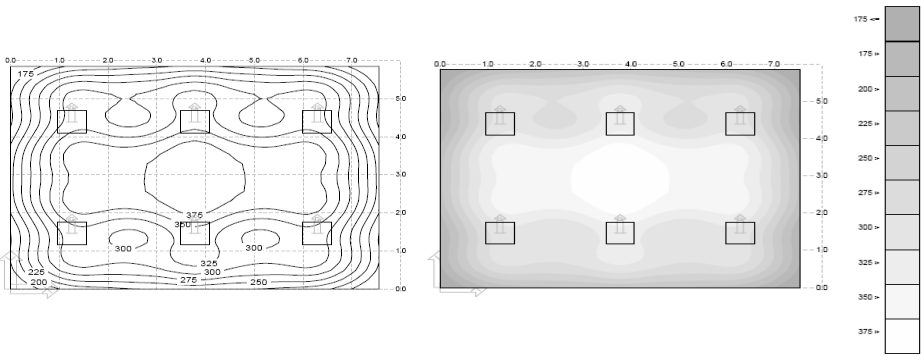


Figura 74    Curvas isolux y escala de grises de la sala polivalente

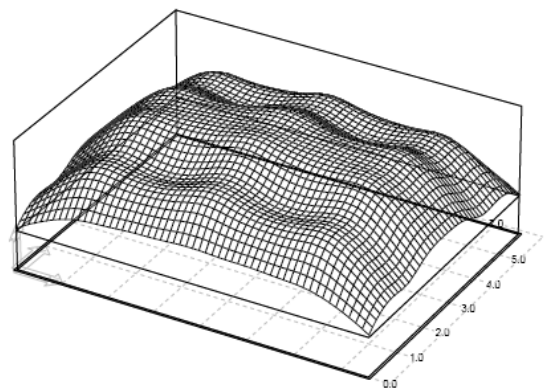


Figura 75 Plano de montañas de la sala polivalente

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
<b>Ancho</b>	5,85
<b>Largo</b>	7,55
<b>Altura</b>	2,80
<b>Reflectancias</b>	
<b>Suelo</b>	30
<b>Pared</b>	50
<b>Techo</b>	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
<b>Altura [m]</b>	0,85
<b>Zona de pared</b>	0,00
<b>Iteraciones</b>	4
<b>Rejilla [m] (X*Y)</b>	0,25*0,25
<b>W/m2</b>	15,2
<b>Iluminancia lx</b>	
<b>Valor medio</b>	304
<b>Máximo</b>	400
<b>Mínimo</b>	151
<b>Uniformidad (g1) min/med</b>	0,50
<b>Diversidad g2 (min/max)</b>	0,38

Tabla 64 Parámetros de iluminación característicos de la sala polivalente

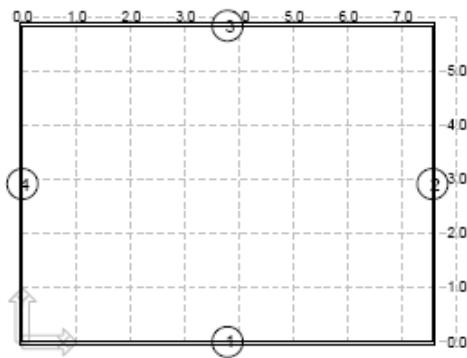


Figura 76 Plano de paredes de la sala polivalente



Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		304	400	151	0,50	0,38
Pared 1	0,25*0,25	50	140	201	38	0,27	0,19
Pared 2	0,25*0,25	50	124	197	5,2	0,04	0,03
Pared 3	0,25*0,25	50	108	198	2,69	0,02	0,01
Pared 4	0,25*0,25	50	125	195	11	0,09	0,06
Suelo	0,25*0,25	30	186	364	4	0,02	0,01
Techo	0,25*0,25	70	64,00	76,00	33,00	0,52	0,43

Tabla 65 Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala polivalente

- Sala de Urgencias

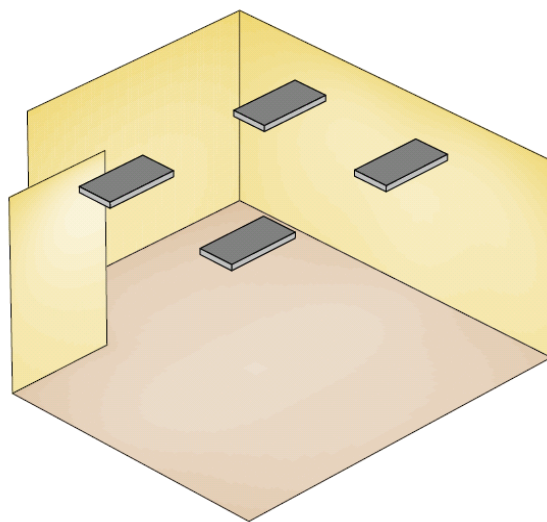


Figura 77 Plano de la sala de urgencias

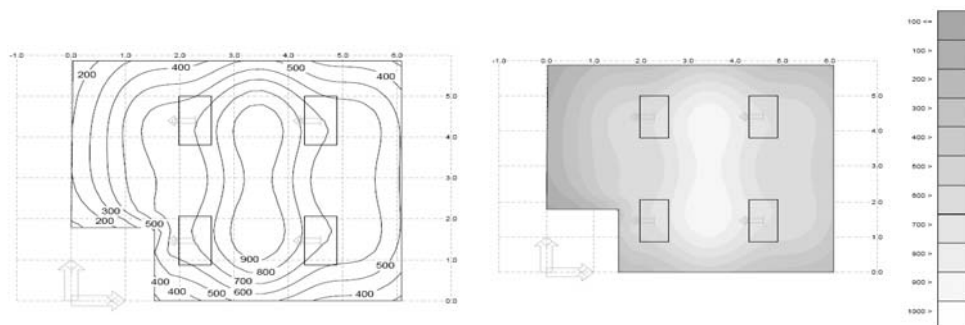


Figura 78 Curvas isolux y escala de grises de la sala de urgencias

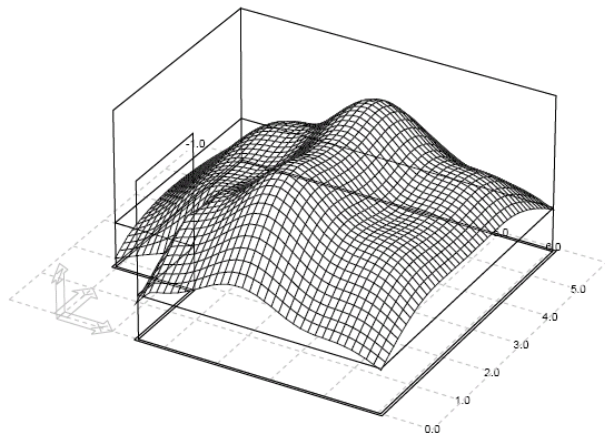


Figura 79 Plano de montañas de la sala de urgencias

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
Ancho	5,87
Largo	6,08
Altura	3,00
<b>Reflectancias</b>	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	4
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,24
W/m2	21,9
<b>Iluminancia lx</b>	
Valor medio	615
Máximo	1008
Mínimo	86
Uniformidad (g1) min/med	0,14
Diversidad g2 (min/max)	0,09

Tabla 66 Parámetros de iluminación característicos de la sala de urgencias

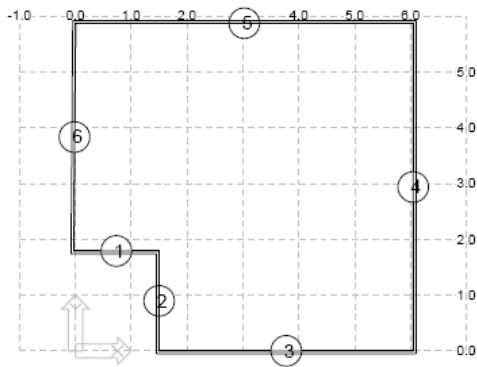


Figura 80 Plano de paredes de la sala de urgencias

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,24		615	1008	86	0,14	0,09
Pared 1	0,25*0,23	50	145	215	57	0,39	0,27
Pared 2	0,26*0,25	50	450	1036	107	0,24	0,10
Pared 3	0,25*0,23	50	325	483	82	0,25	0,17
Pared 4	0,26*0,25	50	315	457	80	0,25	0,18
Pared 5	0,25*0,23	50	286	470	61	0,21	0,13
Pared 6	0,26*0,23	50	204	306	68	0,33	0,22
Suelo	0,25*0,24	30	510	764	134	0,26	0,18
Techo	0,25*0,24	70	127	176	42	0,33	0,24

Tabla 67      Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de urgencias

- Sala de terapia ocupacional

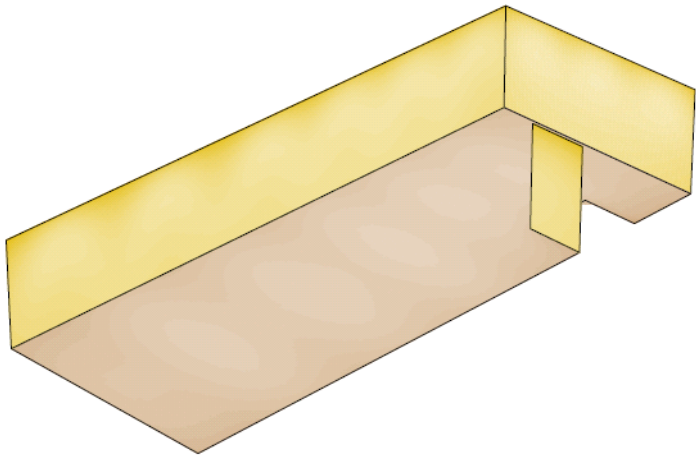


Figura 81      Plano de la sala de terapia ocupacional

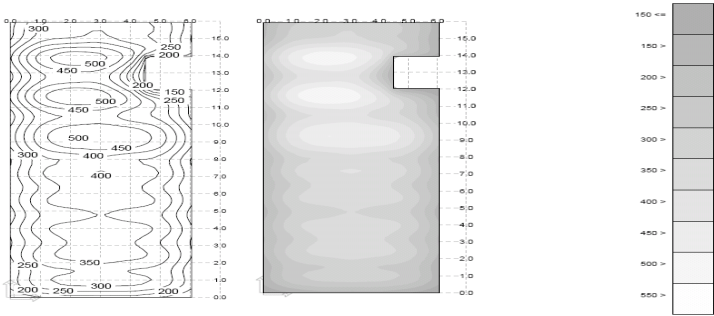


Figura 82      Curvas isolux y escala de grises de la sala de terapia ocupacional

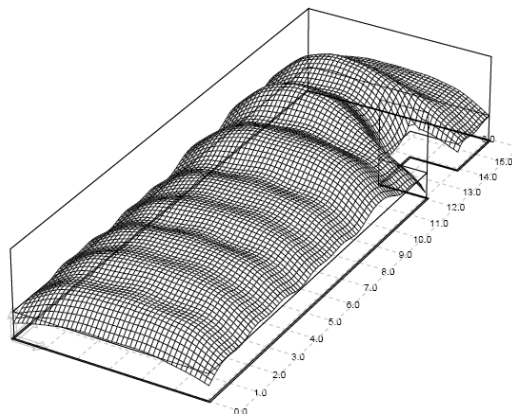


Figura 83 Plano de montañas de la sala de terapia ocupacional

<b>Factor de Mantenimiento</b>	0,8
<b>Dimensiones del local</b>	
Ancho	15,90
Largo	6,05
Altura	2,80
<b>Reflectancias</b>	
Suelo	30
Pared	50
Techo	70
<b>Plano de Trabajo</b>	
Altura [m]	0,85
Zona de pared	0,00
Iteraciones	0
Rejilla [m] (X*Y)	0,25*0,25
W/m2	20,4
<b>Iluminancia lx</b>	
Valor medio	345
Máximo	556
Mínimo	115
Uniformidad (g1) min/med	0,33
Diversidad g2 (min/max)	0,21

Tabla 68 Parámetros de iluminación característicos de la sala de terapia ocupacional

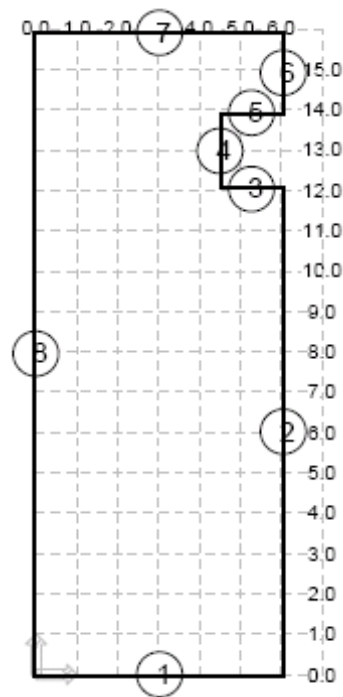


Figura 84 Plano de paredes de la sala de terapia ocupacional

Área	Rejilla	Rho %	Iluminancia lx			Uniformidad g1	Diversidad g2
	X*Y		Medio	Máximo	Mínimo	min/med	min/max
Plano de Trabajo	0,25*0,25		345	556	115	0,33	0,21
Pared 1	0,25*0,25	50	101	163	4,68	0,05	0,03
Pared 2	0,25*0,25	50	120	218	3,81	0,03	0,02
Pared 3	0,26*0,25	50	98	162	5,3	0,05	0,03
Pared 4	0,24*0,25	50	112	161	8,4	0,08	0,05
Pared 5	0,26*0,25	50	119	223	11	0,09	0,05
Pared 6	0,25*0,25	50	109	201	11	0,10	0,05
Pared 7	0,25*0,25	50	170	334	15	0,09	0,04
Pared 8	0,25*0,25	50	132	228	3,8	0,03	0,02
Suelo	0,25*0,25	30	292	451	90	0,31	0,20
Techo	0,25*0,25	70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 69 Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de terapia ocupacional

### 2.5.1 Procedimiento de verificación

Ne puede determinarse mediante la expresión:

Donde,

Se puede comprobar que en la zona de Toledo el parámetro  $N_g=2$

136

<b>Largo edificio (L) [m]</b>	<b>70</b>
<b>Ancho edificio (A) [m]</b>	<b>60</b>
<b>Alto edificio (H) [m]</b>	<b>18</b>
<b><math>Ae = (3 \cdot 2H + L) \cdot (3 \cdot 2H + A) \cdot 0,95 \text{ [m}^2\text{]}</math></b>	<b>28410</b>

Tabla 70 Dimensiones del edificio

$C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno, según la Tabla 71, en este caso  $C_1 = 0,75$ .

<b>Situación del edificio</b>	<b><math>C_1</math></b>
<b>Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos</b>	0,5
<b>Rodeado de edificios más bajos</b>	0,75
<b>Aislado</b>	1
<b>Aislado sobre colina o promontorio</b>	2

Tabla 71 Coeficiente  $C_1$

Por tanto,

$$Ne = 2 \cdot 28410 \cdot 0,75 \cdot 10^{-6} = 4,26 \cdot 10^{-2}$$

$Na$  puede determinarse mediante la expresión:

$$Na = \left( \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \right) \cdot 10^{-3}$$

Donde,

$C_2$ : coeficiente en función del tipo de construcción. Según la Tabla 72,  $C_2 = 1$

<b>Coeficiente <math>C_2</math></b>			
	<b>Cubierta metálica</b>	<b>Cubierta hormigón</b>	<b>Cubierta madera</b>
<b>Estructura metálica</b>	0,5	1	2
<b>Estructura hormigón</b>	1	1	2,5
<b>Estructura de madera</b>	2	2,5	3

Tabla 72 Coeficiente  $C_2$

$C_3$ : coeficiente en función del contenido del edificio. Según la Tabla 73,  $C_3 = 3$

<b>Coeficiente <math>C_3</math></b>	
<b>Edificio con contenido inflamable</b>	3
<b>Otros contenidos</b>	1

Tabla 73 Coeficiente  $C_3$

C<sub>4</sub>: coeficiente en función del uso del edificio. Según la Tabla 74, C<sub>4</sub> = 3

Coeficiente C <sub>4</sub>	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 74 Coeficiente C<sub>4</sub>

C<sub>5</sub>: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio. Según la Tabla 75, C<sub>5</sub> = 5

Coeficiente C <sub>5</sub>	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar impacto ambiental grave)	5
Resto de edificios	1

Tabla 75 Coeficiente C<sub>5</sub>

Por tanto,

$$Na = \left( \frac{5,5}{1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5} \right) \cdot 10^{-3} = 1,22 \cdot 10^{-4}$$

Al ser *Ne* mayor que *Na* es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

## 2.5.2 Tipo de instalación exigido

La Eficiencia (*E*) de un sistema de protección contra el rayo viene definida por la probabilidad de que intercepte las descargas sin riesgo para la estructura e instalaciones.

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia *E* que determina la siguiente expresión:

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne} = 0,997$$

En la Tabla 76 se indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida.



Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Tabla 76 Nivel de protección

Esta instalación requiere un nivel de protección 1. Según la norma NTE-IPP el dispositivo que mejor se ajusta a estos requerimientos es un pararrayos ionizante.

Las características del pararrayos elegido para esta instalación son las siguientes:

- Sistema externo: Cabeza ionizante condensadora de captación para un radio de protección de 80 m.
- Sistema interno: Mástil de 8 m de acero galvanizado y 50 mm de diámetro dotado de conductor de cobre de 70 mm<sup>2</sup> de sección, sujeto con grapas adecuadas y con tubo protector en la base hasta la altura de 3 m.
- Puesta a tierra: Se realizará mediante placa de cobre electrolítico, en arqueta registrable, consiguiendo una resistencia menor que dos Ohmios (2  $\Omega$ ).



## 3 Pliego de Condiciones Técnicas

El objeto del presente Pliego de Condiciones es la definición y precisión de las condiciones que regirán para el suministro y ejecución de la obra de “Hospital de Continuidad de Discapacitados Físicos de Toledo”

### 3.1 Generalidades

#### 3.1.1 Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas es de aplicación a todo el contenido que forma parte de las instalaciones de electricidad definidas en los diferentes documentos del proyecto.

#### 3.1.2 Definiciones: Propiedad, Director de Obra, Contratista

A los efectos de éste Pliego y demás documentos del Proyecto, se fijan las definiciones de las partes intervinientes en las obras, y se describen las atribuciones y obligaciones principales de cada una de ellas.

##### 3.1.2.1 Propiedad, promotor, o parte contratante

Es aquella persona física, o jurídica, pública o privada, que se propone ejecutar, por los cauces legales establecidos, una obra. Podrá exigir a la Dirección de la misma, que desarrolle sus iniciativas en forma técnicamente adecuada para la ejecución de la obra, dentro de las limitaciones legales existentes.

El Promotor, de acuerdo con lo que establece el Código Civil, podrá desistir en cualquier momento de la ejecución de las obras, sin perjuicio de las indemnizaciones que, en su caso, deba satisfacer. Así mismo, se obliga al cumplimiento exacto de todas las Normas, Reglamentos, y disposiciones vigentes, de aplicación a las obras.

##### 3.1.2.2 Director de obra

Es atribución exclusiva del Director de Obra ó Director Técnico, la dirección facultativa de la obra, así como la coordinación de todo el equipo técnico que en ella pudiera intervenir. En tal sentido le corresponde realizar la interpretación técnica, económica, y estética del Proyecto, así como señalar las medidas necesarias para llevar a cabo el desarrollo de la obra, estableciendo las adaptaciones, detalles complementarios, y modificaciones precisas para la realización correcta de la obra, salvo que expresamente renuncie a dicho derecho, o fuera rescindido el convenio de prestación de servicios suscrito con la Propiedad, en los términos y condiciones legalmente establecidos; así

mismo, podrá ordenar al Contratista, rehacer todo tipo de obra o partida, parcial o totalmente, si según su criterio estima que está mal o no responde a lo especificado en el Proyecto.

El incumplimiento del proyecto, ya sea en sus aspectos técnicos, estéticos, o legales, podrá dar lugar a la renuncia a la Dirección de la Obra por parte del Facultativo Director.

La Dirección Técnica deberá entregar a su debido tiempo las soluciones de detalle y de obra que sean necesarias a lo largo de la misma.

Son obligaciones específicas de la Dirección de Obra, establecer las soluciones constructivas y adaptar las oportunas en los casos imprevisibles que pudieran surgir; fijar los precios contradictorios, redactar las certificaciones económicas de la obra ejecutada, y las actas y certificaciones de comienzo y final de las mismas.

Estará obligado a prestar la asistencia precisa, inspeccionando la ejecución, y realizando las visitas necesarias.

### 3.1.2.3 Contratista, o constructor

Es todo ente físico, público o privado, que de acuerdo con la legislación vigente se ocupa de la realización de la obra, o de una parte de ella, por encargo directo de la Propiedad.

El Contratista está obligado a conocer todas la Normas, Reglamentos, y demás disposiciones de aplicación, y a cumplir su estricta observancia en todos los aspectos que le afecten. Es también obligación del Constructor, conocer el Proyecto en todas sus partes y documentos, así como solicitar de la Dirección Técnica todas las aclaraciones oportunas para el perfecto entendimiento del mismo y para su ejecución.

Podrá proponer todas las alternativas constructivas que crea oportunas para que sean consideradas, pero éstas solo podrán realizarse con la aprobación, por escrito, de la Dirección de la Obra.

Realizará la obra de acuerdo con el Proyecto, y con las prescripciones, órdenes, y planos complementarios que la Dirección Técnica pueda ir dando a lo largo de la misma.

Aportará todos los materiales que fuesen precisos para la ejecución, así como todos los medios auxiliares.

Dispondrá de un encargado o un representante nominal en la obra, quien recibirá las órdenes de la Dirección Técnica, siendo comunicadas al Contratista, en caso de ausencia, por el que hubiese firmado el "enterado" en el libro de órdenes. Así mismo, cuando lo exija la Dirección Técnica, el Contratista estará obligado a tener, por su

cuenta, un Técnico, titulado oficial, con quien se entenderá la citada Dirección de la marcha de las obras, independientemente del referido encargado general.

El Contratista será el responsable ante los Tribunales de los accidentes que por impericia o descuido sobrevengan en la construcción de la obra, así como de los andamios, medios auxiliares, o cualquier otro elemento, que pudiera causar daño a terceros por descuido o inobservancia de la reglamentación vigente.

Será el único responsable de las obras contratadas con la Propiedad, y no tendrá derecho a indemnización alguna por las erradas maniobras que cometiese durante la ejecución.

### 3.1.3 Programación

El Contratista incluirá con su oferta un programa de construcción detallado, tomando como base los planos y demás información que le ha sido entregada. Este programa será revisado quincenalmente de acuerdo con la información y necesidades del trabajo.

El Contratista presentará a la representación de la propiedad un organigrama de personal, una curva de ejecución, una curva de horas hombre y un cuadro de disponibilidad, con fechas, de maquinaria y equipos.

El Contratista debe informar a la representación de la propiedad antes de retirar ningún equipo o mano de obra del emplazamiento de la Obra.

### 3.1.4 Contradicciones u omisiones en la documentación

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción, prevalecerá lo prescrito en el Pliego de Condiciones.

Las omisiones ó las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliego de Condiciones, o que por usos y costumbres deben de ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en ambos documentos.

### 3.1.5 Ejecución, Inspección y Pruebas

#### 3.1.5.1 Ejecución

El trabajo se ejecutará según las normas prescritas de acuerdo con los Pliegos de Condiciones Facultativas que forman parte integral del Contrato, y desacuerdo con las mejores prácticas de oficio. El Contratista someterá a la aprobación de la R.P. todos los procedimientos de ejecución que no estén suficientemente definidos en el Contrato.

El Contratista habrá de someter a su personal a cuantas pruebas de calificación se especifiquen en las condiciones del Contrato. El importe de dichas pruebas será a cargo del Contratista.

### 3.1.5.2 Inspección

La Representación de la Propiedad (RP en adelante) inspeccionará la calidad y el progreso del trabajo, La RP tendrá acceso en cualquier momento a cualquier punto o fase de la obra. Ninguna parte de la obra será enterrada o hecha inaccesible de cualquier modo, sin que previamente haya sido inspeccionada y aceptada por el Propietario.

El Contratista proporcionará a la RP toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábrica donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

El Contratista pagará todos los gastos ocasionados por los trabajos necesarios para dejar las obras preparadas para inspección y pruebas. El Contratista corregirá a su costa cualquier obra que a juicio de la RP, no haya superado la inspección o pruebas.

La RP podrá ordenar la repetición de la inspección de las obras sobre las que exista discusión y, en este caso, el Contratista estará obligado a dejar al descubierto dicha parte de la obra. Si se comprueba que tal trabajo está ejecutado de acuerdo con las especificaciones del Contrato, el Propietario abonará los costos de las inspecciones y el de restituir la obra al estado en que se encontraba. En caso de que se compruebe que tal trabajo no está de acuerdo con los Documentos del Contrato, el Contratista pagará tales gastos.

### 3.1.5.3 Pruebas

A menos que se especifique lo contrario en las Condiciones Facultativas, el Contratista realizará a su cargo cuantas pruebas o ensayos sean necesarios para demostrar que el trabajo cumple los requisitos del Contrato y, además, todos aquellos requeridos por la Legislación Vigente.

Estas pruebas serán verificadas por la RP, o bien, si esta lo estima oportuno, por el correspondiente laboratorio oficial.

## 3.2 Centro de Transformación

### 3.2.1 Aparamenta de Alta Tensión.

Se emplearán celdas modulares de tipo interior con envolvente externa que proporcionará un grado de protección IP 307. Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Las celdas estarán compuestas por los siguientes compartimentos:

#### 1. Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador. El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA. El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

#### 2. Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 m x Kg.

#### 3. Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

#### 4. Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

## 5. Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

### 3.2.2 Transformadores.

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en baja tensión, refrigeración natural, encapsulado en resina epoxi, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

### 3.2.3 Equipos de Medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de alta tensión y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria descriptiva.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de alta tensión guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

### 3.2.4 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.



El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### 3.2.5 Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

### 3.2.6 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

#### Prevenciones Generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

### Puesta en servicio

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### Separación de servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

### Prevenciones especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

### 3.3 Grupo Electrónico

Se instalará un Grupo Electrónico (GE) de la marca SDMO, gama EXEL 1, modelo X715K con una potencia nominal de 650 kVA en régimen continuo, tensión 400/230V y frecuencia 50 Hz. El equipo dispone de una potencia en régimen de emergencia de 715 kVA.



Figura 86 Grupo Electrónico marca SDMO gama EXEL 1 modelo X715K. Fuente: catálogo SDMO

Las dimensiones del conjunto son 3981 x 1630 x 1950 mm (Largo x Ancho x Alto) con un peso bruto de 5.295 Kg.

El Grupo Electrónico estará formado por un motor diesel de la marca MTU modelo 12V2000G23E y un alternador LEROY SOMER modelo LSA491S4 unidos mediante un acoplamiento capaz de absorber vibraciones y soportar los impactos de carga.

Las características principales del motor se resumen en la siguiente tabla:

Motor MTU 12V2000G23E	
Combustible	Gasóleo
Ciclo	Cuatro Tiempos
Número de cilindros	12 en V
Cilindrada (L)	23,9
Calibrado (mm)	130
Recorrido (mm)	150
Regulación de velocidad	Electrónica
Frecuencia (Hz)	50
Velocidad (r.p.m)	1500
Potencia Bruta Motor Nominal (KW)	590
Consumo de combustible (l/h)	130,5

Tabla 77 Características motor MTU 12V2000G23E

El sistema de arranque estará constituido por un motor de corriente continua accionado por arrancador y baterías de 24 V, con capacidad para producir 6 arranques continuados en las condiciones más desfavorables para las baterías. Incorporará un sistema automático de control del número de arranques consecutivos y del intervalo entre ellos. Si al cabo de tres intentos el grupo no ha arrancado se bloqueará dando la correspondiente alarma de anomalía.

El equipo de regulación de velocidad tiene como misión el control de la velocidad de generadores accionados por motores diesel. Constará de una placa de control electrónico, el dispositivo de detección de la velocidad, el actuador proporcional sobre el sistema de combustible, la fuente de alimentación y los transformadores de medida. El equipo de regulación de tensión tiene como misión controlar la potencia de salida con el objetivo de mantener dentro de unos límites la tensión cuando se aplican escalones de carga.

La lubricación del motor se efectuará por medio de aceite en circulación forzada por bomba de engranajes accionada por el propio motor, disponiendo de filtro, refrigerador, termómetro y manómetro con contactos para dar alarma, así como de un sistema de vaciado del aceite del cárter mediante un conducto hasta el exterior de la bancada y dotado de una válvula de cierre rápido. Dispondrá de un sistema de preengrase periódico automático capaz de mantener el grupo en condiciones óptimas para su entrada en servicio a plena carga en cualquier momento sin deterioro del motor.

La refrigeración del equipo se realizará mediante un radiador con rejilla de protección, separado del grupo para una temperatura del cableado de 40°C máximo con ventilador mecánico. Las partes del sistema de refrigeración son: bomba de circulación de agua, depósito de expansión y termostato, conducto de drenaje de refrigerante con válvula, anticongelante y anticorrosivo.

El GE llevará un cuadro local modelo MICS TELYS del fabricante SDMO, debidamente apantallado y protegido contra vibraciones para la supervisión del estado del mismo, con pulsador de parada de emergencia, analizador de red, e indicadores de los parámetros fundamentales del motor: velocidad, presión de aceite y temperatura del agua.

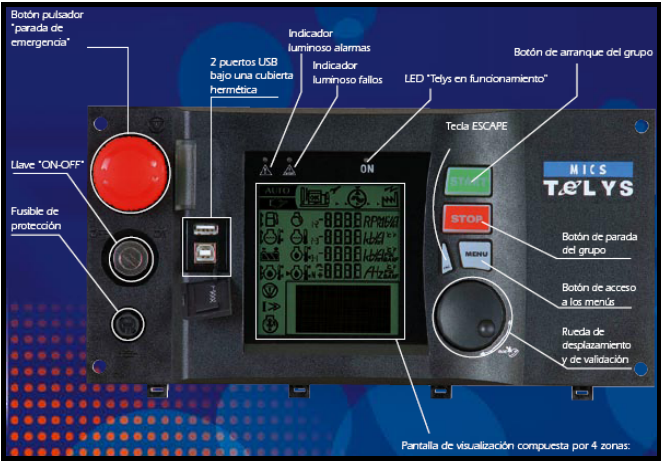


Figura 87      Cuadro Control Grupo Electrónico MICS TELYS. Fuente: catálogo SDMO

### 3.4 Prescripciones Técnicas de Materiales y Equipos

Los materiales y equipos empleados en la ejecución de la instalación cumplirán las características mínimas especificadas en los documentos que componen el presente proyecto, así como con la reglamentación vigente que les sea de aplicación. Se emplearán siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02.

Todos los materiales y equipos empleados en esta instalación deberán ser de la mayor calidad y todos los artículos serán de fabricación estándar normalizada, nuevos y de diseño actual en el mercado.

En caso de que así lo solicite la Dirección Técnica, el Contratista deberá presentar catálogos y/o muestras de los materiales que se indiquen, relacionados con el proyecto. Asimismo, deberá presentar muestras técnicas de montaje y dibujos de puntos críticos de la instalación, para determinarlos previamente a la ejecución si así se le exigiera.

Todos los materiales que se instalen llevarán impreso en lugar visible la marca y modelo del fabricante que serán los especificados en los documentos de este Proyecto o similares previamente aprobados.

Cualquier accesorio o complemento que no se haya indicado en estos documentos al especificar el material o equipo pero que sea necesario a juicio de la Dirección Técnica para el funcionamiento y montaje correcto de la instalación, se considera que será suministrado y montado por el Contratista sin coste adicional alguno para la Propiedad, interpretándose que su importe se encuentra comprendido proporcionalmente en los precios unitarios de los demás elementos.

El contratista presentará a requerimiento de la Dirección Técnica si así se le exigiese, albarán de entrega de todos o parte de los materiales que constituyen la instalación.

Todas las obras de instalación se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de buena construcción, con sujeción a las normas del presente Pliego y reglamentación vigente.

Los equipos y materiales se instalarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente, siempre que no contradigan los de estos documentos.

### 3.4.1 Canalizaciones.

En este apartado se describen los distintos tipos de canalizaciones previstos para alojar los conductores objeto del presente proyecto, así como los sistemas de instalación admitidos. En la elección del tipo de canalización y normas para su instalación se han seguido las prescripciones establecidas en las instrucciones ITC-BT-20 e ITC-BT-21 del REBT.

#### 3.4.1.1 Prescripciones de carácter general

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Asimismo se identificarán convenientemente para la realización de dichas tareas, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

Tendrán un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los conductores de su interior.

#### 3.4.1.2 Sistemas de instalación

En general la instalación se realizará con tubos flexibles empotrados o alojados en el interior de huecos de la construcción y de las divisiones interiores de las dependencias, así como tubos aislantes flexibles dispuestos en el falso techo siempre que sean no propagadores de la llama. En los lugares donde estos criterios generales de instalación no sean aplicables, está previsto el uso de canales protectoras.

En planta sótano está previsto el uso de bandejas metálicas de rejilla para las canalizaciones de las líneas de reparto a cuadros secundarios.

En las zonas de cocina se realizara con tubos rígidos aislantes curvables en caliente, de forma superficial y en instalación estanca.

En los emplazamientos clasificados como locales con riesgo de incendio o explosión considerados en el proyecto, se atenderá a las características mínimas para tubos y canales protectoras reflejadas en las Tablas 3 y 4 de la instrucción ITC-BT-29 del REBT. La instalación se realizará con tubos metálicos rígidos o flexibles conforme a la norma UNE-EN 50086-1.



Las prescripciones desarrolladas en la ITC-BT-20 para los sistemas de instalación previstos en el presente proyecto son las siguientes:

- Conductores aislados bajo tubos protectores. Será aceptable para cables de tensión asignada no inferior a 450/750V y tubos según lo establecido en ITC-BT-21.
- Conductores aislados enterrados. Usado para cables de tensión asignada 0.6/1kv y de acuerdo con lo señalado en las instrucciones ITC BT-07 e ITC-BT-21.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción. Según establecido en UNE 20460-5-52. Apto para cables de tensión asignada no inferior a 450/750V y no propagadores de la llama. La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas. Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin, tales como ventilación o similares. Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.
- Conductores aislados en bandeja. Sólo se utilizarán cables aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.
- Conductores aislados bajo canales protectoras. Es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Las canales deberán satisfacer lo establecido en la ITC-BT-21. En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá: utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V; colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante; realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos. En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como “canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas”, según la Norma UNE EN 50085-1, solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V, por lo que no serán de aplicación en el presente proyecto.

### 3.4.1.3 Materiales

#### Bandejas

En el nuevo Reglamento no se reflejaron como sistemas de instalación posibles las bandejas portacables, debido a que en el momento de la redacción de las ITC no estaba aún aprobada la norma UNE-EN-61537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para la conducción de cables, de Octubre 2002” que regula su aplicación. Sin embargo, las bandejas portacables sí puedan ser instaladas, siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos de seguridad reflejados en las Guías Técnicas aclaratorias publicadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables. Sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV. Cabe la posibilidad de que las bandejas soporten cajas de empalme y/o derivación.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

La norma UNE EN 61537 establece que en las bandejas con características de continuidad eléctrica, esto es, en las metálicas, se debe asegurar dicha continuidad por medio de una conexión equipotencial y una o varias conexiones a tierra, si son requeridas, de acuerdo con la utilización del sistema de bandejas. La conexión a tierra de una instalación es fundamental para asegurar con plenas garantías la seguridad de las personas y de las cosas en caso de contactos directos o indirectos. Nunca se podrán utilizar las bandejas como conductores de tierra o neutro.

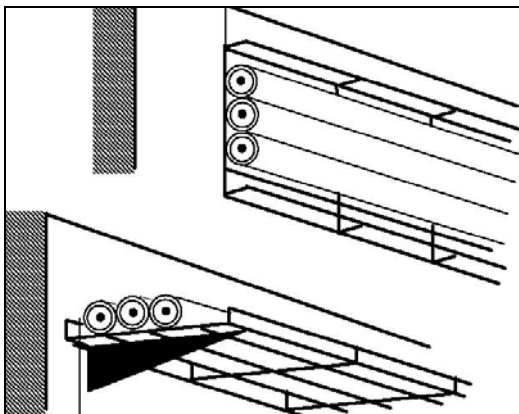


Figura 88 Instalación de cables sobre bandejas de rejilla.

Característica	Grado
Resistencia al impacto	2 Joules
Temperatura de instalación y servicio	$-5 \leq T \leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / Aislante
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

Tabla 78 Características Mínimas de la bandejas

Serán acero laminado en frío con un recubrimiento plástico o bien de PVC rígido auto extingible según UNE 53315 DIN 57604. Los ángulos planos, ángulos diedros, tés, etc., serán del mismo material y acabado que las bandejas y siempre las recomendadas por el fabricante en su catálogo, salvo indicación en contra de la Dirección Técnica. Los soportes de la bandeja serán asimismo los recomendados, pero si en algún caso concreto fuese preciso acudir a soportes especialmente diseñados para algún tramo conflictivo del recorrido, deberán ser previamente aprobados por la Dirección Técnica. Las bandejas iguales o superiores a 400 mm. de ancho, llevarán a lo largo de su eje axial un nervio de refuerzo.

#### Canales Protectoras

Deben cumplir con las disposiciones incluidas en la ITC-BT-21 y UNE-EN 50085-1, además de con lo establecido en el apartado 3.4.1.2 relativo a “Sistemas de Instalación” del presente pliego de condiciones.

Según la definición en la ITC-BT-01, la canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinado a contener conductores y otros componentes eléctricos, cerrado por una tapa desmontable.

A efectos prácticos se puede considerar la canal protectora como la unión de una bandeja más su tapa:

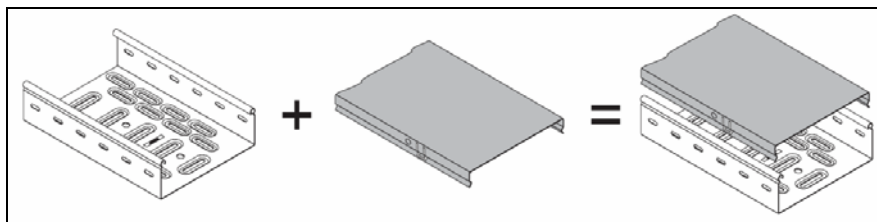


Figura 89 Bandeja + Tapa = Canal Protectora

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante

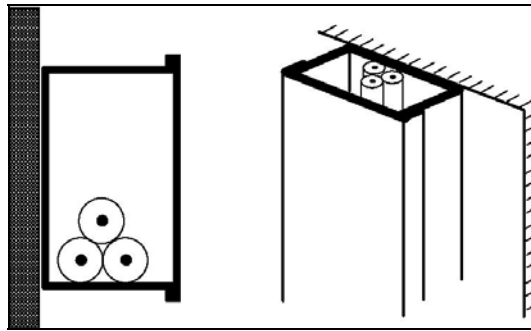


Figura 90 Ejemplo de instalación en canal protectora superficial

En la selección de la bandeja y canal protectora más apropiada para cada tramo de la instalación se deberán observar los siguientes criterios:

Obtener las características de los cables: sección nominal; diámetro exterior; masa (Kg./m) y cantidad de cables.

Cálculo de la sección total requerida por los cables

Determinar el coeficiente de llenado. Según se establece en la ITC-BT-15 del REBT tenemos:

- $K = 1,4$  para conductores aislados sin cubierta tipo H07V-K
- $K = 1,8$  para cables con cubierta de 0,6/1 KV

Determinar el porcentaje de reserva para posibles ampliaciones.

Selección de la bandeja. Una vez obtenidos los datos necesarios, aplicaremos la siguiente fórmula para conocer la “sección total necesaria (S)”:

$$S = k \cdot \frac{100 + R}{100} \cdot S_c$$

Donde,

S es la sección de bandeja necesaria incluyendo el % de ampliación y el coeficiente de llenado;

K es el coeficiente de llenado;

R es el porcentaje de ampliación;

Sc es la sección de los cables;

Cálculo del peso de los cables (Kg./m) con los datos del apartado 1. Seleccionar la distancia entre los soportes más adecuada utilizando los datos suministrados por el

fabricante. En el cálculo del peso de los cables ha de considerarse el porcentaje de ampliación R.

### Tubos Protectores

Está prevista la utilización de los siguientes tipos de tubos protectores:

- Sistemas de tubos rígidos: cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 50.086-2-1. Los tubos rígidos son aquellos que requieren de técnicas especiales para su curvado. Se utilizarán en instalaciones superficiales.
- Sistemas de tubos curvables: cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 50.086-2-2. Los tubos curvables son aquellos que pueden curvarse manualmente y no están pensados para trabajar continuamente en movimiento, si bien tienen un cierto grado de flexibilidad.
- Sistemas de tubos flexibles: cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 50.086-2-3. Los tubos flexibles están diseñados para soportar, a lo largo de su vida útil, un número elevado de operaciones de flexión, como puede ser el caso el caso de instalaciones en elementos con partes móviles, como máquinas.

En la instalación de tubos en canalizaciones fijas en superficie los tubos deberán ser preferentemente rígidos, y en casos especiales podrán ser curvables. En canalizaciones empotradas podrán ser rígidos, curvables o flexibles indistintamente. Las dimensiones de los tubos serán conforme a los mínimos establecidos en la ITC-BT-21 contemplados en las tablas 2 y 5 de la instrucción, y relativas a canalizaciones en superficie y empotradas respectivamente.

Podrán ser de PVC o de acero según se especifique. La unión de tubos entre si se hará con manguitos del mismo material y acabado. En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre si cinco centímetros y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm. La unión de tubos a cajas, cuadros u otros equipos, se hará con tuerca, contratuerca y boquilla de plástico protectora. La unión de tubos rígidos a tubos flexibles se hará mediante racores especiales a tal fin. Los tubos que no vayan empotrados o enterrados, se sujetarán a paredes o techos, alineados y sujetos por abrazaderas a una distancia máxima entre dos consecutivas de 0,80 m. Asimismo, se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de equipos o cajas. En ningún caso existirán menos de dos soportes entre dos cajas o equipos. La alineación de tubos vistos, será sensiblemente paralela a las aristas de la habitación o recinto.

La Tabla 79 resume los distintos tipos de canalizaciones previstas y norma de aplicación:

Producto	Designación	Norma de aplicación
<b>Tubo Rígido</b>	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-1
<b>Tubo Curvable</b>	2221 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-2
<b>Tubo Flexible</b>	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-3
<b>Canal protectora</b>	No propagador de la llama	UNE-EN 50085-1
<b>Bandejas y bandejas de escalera</b>	No propagador de la llama	UNE-EN 61537

Tabla 79 Cuadro resumen. Materiales para canalizaciones

Los códigos en la columna “Designación” en la tabla anterior hacen referencia a la resistencia a la compresión, la resistencia al impacto, la temperatura mínima (-5°C) y la temperatura máxima (+60°C) de instalación y servicio:

Clasificación	Tubos	Fuerza de compresión (N)
2	<b>Ligero</b>	320
3	<b>Medio</b>	750
4	<b>Fuerte</b>	1250
5	<b>Muy fuerte</b>	4000

Tabla 80 Resistencia a la compresión

Clasificación	Tubo y accesorios	Energía de impacto (J)
1	<b>Muy ligero</b>	0,5
2	<b>Ligero</b>	1
3	<b>Medio</b>	2
4	<b>Fuerte</b>	6
5	<b>Muy fuerte</b>	20

Tabla 81 Resistencia al impacto

### 3.4.2 Conductores eléctricos en BT

Los cables eléctricos a utilizar serán los denominados cables de alta seguridad, en sus tipos:

- Cables no propagadores del incendio. Son aquellos cables que no propagan el fuego a lo largo de la instalación, incluso cuando ésta consta de un gran número de cables, ya que se autoextinguen cuando la llama que les afecta se retira o apaga. Estos cables se denominan con las siglas AS.
- Cables resistentes al fuego. Son aquellos cables que, además de no propagar el fuego a lo largo de la instalación, mantienen el servicio durante y después de un fuego prolongado, a pesar de que durante el fuego se destruyan los materiales orgánicos del cable en la zona afectada. Estos cables se denominan con las siglas AS+.

Características de los diferentes tipos de cable				
	Convencional	Alta seguridad		
			(AS)	(AS+)
Resistente al fuego <sup>1)</sup>				↑
No propagador del incendio <sup>2)</sup>			↑	↑
Baja emisión humos <sup>3)</sup>			↑	↑
Libre de halógenos <sup>4)</sup>			↑	↑
No propagador de la llama <sup>5)</sup>	↑		↑	↑
<sup>1)</sup> ensayo realizado según la norma UNE-EN 50200 <sup>2)</sup> ensayo realizado según la norma UNE-EN 50266 <sup>3)</sup> ensayo realizado según la norma UNE-EN 61034 <sup>4)</sup> ensayo realizado según la norma UNE-EN 50267 <sup>5)</sup> ensayo realizado según la norma UNE-EN 60332-1-2				
<div>Menos Seguro</div> <div>Más Seguro</div>				

Figura 91 Comparativa cables de Alta Seguridad

Atendiendo a las prescripciones de la instrucción ITC-BT-28 del REBT de 2002, los cables eléctricos serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Cumplen con esta prescripción los cables con características equivalentes a las definidas en la norma UNE 21.123 parte 4 o 5; o la norma UNE 21.1002, según la tensión asignada del cable. Los cables admitidos para su instalación con las características descritas son los enumerados en la Tabla 82:

Cables no propagadores del incendio y emisiones reducidas admitidos	
<b>H07Z1-K (AS) (norma UNE 211002)</b>	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
<b>RZ1-K (AS) (norma UNE 21123-4)</b>	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)

Tabla 82 Cables no propagadores del incendio y emisiones reducidas

Dicha instrucción también establece que los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad o a circuitos de servicio con fuentes autónomas, deben mantener el servicio durante y después del incendio. Para estas aplicaciones se utilizarán cables resistentes al fuego que además de cumplir con la prescripción citada anteriormente relativa a las emisiones de los cables, deben satisfacer lo establecido en la norma UNE-EN 50200. Esta no es una norma constructiva de un tipo de cable, sino que especifica el método de ensayo comúnmente llamado de “resistencia al fuego”, y permite clasificar el cable según su capacidad de mantener de forma fiable el suministro de energía eléctrica cuando esté expuesto al fuego. Se recomienda que la clasificación de los cables a instalar sea PH 90, esto significa que mantienen como mínimo durante 90 minutos el suministro de energía eléctrica. Por lo tanto los cables resistentes al fuego pueden corresponder a varios diseños completamente diferentes en lo que se refiere a su material de aislamiento, material de cubierta, etc., siendo la condición final cumplir con el ensayo indicado en la mencionada norma UNE-EN. Los cables que cumplen con estas propiedades se distinguen en el mercado con las siglas (AS+).

Los cables admitidos para su instalación con las características descritas son los descritos en la Tabla 83:

Cables resistentes al fuego admitidos	
<b>SZ1-K (AS+)</b>	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de caucho vulcanizable especial (S) y cubiertade poliolefina termoplástica con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) Resistente al fuego según UNE-EN50200 categoría PH90

Tabla 83 Cables resistentes al fuego

Los cables que se utilizarán en los circuitos de la piscina de rehabilitación cumplirán con lo establecido en la ITC-BT-31 relativa a instalaciones en piscinas, donde se indica que los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1 y 2 serán de las características indicadas en la ITC-BT 30, para los locales mojados. Se permitirán por tanto para instalación en el interior de tubos protectores el uso de los siguientes tipos de conductores (Tabla 84):

Cables para locales mojados en instalación bajo tubo admitidos	
<b>H07Z1-K (AS) (norma UNE 211002)</b>	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)

Tabla 84 Cables para locales mojados en instalación bajo tubo

Cuando la instalación se realice en el interior de canales protectoras se podrán utilizar los cables de la Tabla 85:



**Cables para locales mojados en instalación sobre canal protectora admitidos**

RZ1-K (AS) (norma UNE 21123-4)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
--------------------------------	---

Tabla 85 Cables para locales mojados en instalación sobre canal protectora

Por último se considerarán las prescripciones especiales establecidas en la ITC-BT-29 para conductores e instalación de los mismos en locales con riesgo de incendio o explosión. Los emplazamientos en los cuales se ha de tener en cuenta dicha consideración serán los descritos en el apartado 1.2.4.7. Los siguientes conductores (Tabla 86) serán aptos en instalación tubo metálico rígido o flexible:

**Cables para locales con riesgo de incendio o explosión en instalación bajo tubo admitidos**

H07Z1-K (AS) (norma UNE 211002)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
---------------------------------	---

Tabla 86 Cables para locales con riesgo de incendio o explosión instalados bajo tubo

Todos los conductores serán de cobre salvo indicación expresa en los documentos del proyecto. En general se utilizarán cables unipolares o tetrapolares. Los conductores de protección serán de las mismas características que los conductores activos.

Se realizará la identificación de los conductores mediante los colores normalizados asignados a cada uno de ellos. Para los conductores de fase se utilizarán el negro, marrón y gris; para el conductor de neutro el azul claro y para el conductor de protección el amarillo y verde a rayas. Ver Figura 13.

Los cables se dimensionarán conforme a los criterios descritos en el apartado 2.3.1 de modo que:

1. La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no supere en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable.
2. Las caídas de tensión serán inferiores a los límites marcados por el Reglamento en instalaciones con centro de transformación propio, esto es, 4,5% para circuitos de alumbrado y 6,5% para circuitos de fuerza.
3. La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión. No se admitirán conexiones donde el cable pelado sobresalga de la bobina o terminal. Cada circuito se realizará en una sola tirada de cable, no permitiéndose los empalmes, salvo condiciones excepcionales que juzgará la Dirección Técnica.

Todos los circuitos estarán convenientemente marcados para su fácil identificación.

### 3.4.2.1 Nomenclatura y Designación

#### Clases de conductor

La norma UNE 21022 especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor, tanto de cobre como de aluminio. Las clases definidas y el símbolo utilizado en la designación del cable son:

- Clase 1: conductor rígido de un solo alambre. Símbolo U
- Clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados. Símbolo R
- Clase 5: conductor flexible de varios alambres finos.
  - no apto para usos móviles. Símbolo K
  - apto para usos móviles. Símbolo F
- Clase 6: conductor extra-flexible para usos móviles. Símbolo H

#### Cables con tensión asignada 450/750 V.

Se designan según las especificaciones de la norma UNE 20434 “Sistema de designación de los cables”. Esta norma corresponde a un sistema armonizado (Documento de armonización HD 361 de CENELEC) y por lo tanto estas especificaciones son de aplicación en todos los países de la Unión Europea.

#### Cables con tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables eléctricos aislados de tensión asignada 0,6/1 kV no están armonizados, por lo que no tienen un sistema de designación basado en la norma UNE 20434. Para estos cables no existe una norma general de designación, sino que el sistema utilizado es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la propia norma particular. Existen algunas discrepancias y contradicciones entre ambos sistemas de designación, ya que el mismo símbolo puede tener significados distintos según se trate de un cable 450/750 V o un cable 0,6/1 kV.

#### Cuadro resumen tipos de conductores admitidos (Tabla 87):

Resumen cables admitidos	
H07Z1-K (AS) (norma UNE 211002)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
RZ1-K (AS) (norma UNE 21123-4)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
SZ1-K (AS+) (norma UNE 211025)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de caucho vulcanizable especial (S) y cubierta de poliolefina termoplástico con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) Resistente al fuego según UNE-EN50200 categoría PH90

Tabla 87 Cuadro resumen tipos de conductores admisibles

### 3.4.3 Cuadros eléctricos

El Cuadro General de Mando y Protección se ubicará en la sala para instalaciones de cuadros eléctricos en la Planta Sótano. Estará constituido por paneles para montaje mural de dimensiones 1800x800x600 mm, apoyados sobre un zócalo metálico de 10 centímetros. El zócalo se anclará por una parte al piso terminado y por otra al cuadro. Los paneles estarán contruidos en acero suave de 3 mm de espesor. El cuadro será ampliable por ambos laterales. La puerta del cuadro en la parte delantera estará dotada de juntas de neopreno o polímero similar, para conseguir una buena estanqueidad al polvo. Llevará bisagras, cerradura con 3 puntos de anclaje y trenza flexible de cobre para su puesta a tierra. Adicionalmente dispondrá de un compartimento ex profeso para dejar los planos del cuadro. La entrada y salida de cables al cuadro se realizará por la parte superior e inferior. Todas las conexiones se realizarán mediante bornas y/o terminales adecuados a la sección del conductor. Dispondrá de alumbrado interior para realizar labores de mantenimiento. El diseño de la colocación del aparellaje permitirá el libre acceso o cualquier elemento para su reposición o limpieza. Bajo cada elemento de maniobra existirá un rótulo de plástico del mismo color que el esquema sinóptico y con letras grabadas con plantilla, que indique el servicio a que se destina. El cuadro estará dotado de un ventilador axial en el techo, controlado por un termostato regulable entre 25 °C y 50 °C. La puerta dispondrá de una indicación digital de la temperatura en el interior del cuadro.

Los cuadros secundarios serán para montaje empotrado. Sus dimensiones podrán variar en función del número de circuitos que alimenten. En todos los casos será necesario considerar una reserva del treinta por ciento en espacio para futuras ampliaciones. Dispondrán de puerta de acceso frontal transparente con cerradura. El aparellaje de su interior se ubicará de forma que las tareas de mantenimiento y reposición de equipos no impliquen el desmontaje de otros elementos.

Para los Cuadros tipo de las habitaciones se emplearán cuadros prefabricados para empotrar con puerta de acceso frontal que cerrará a presión. Los interruptores alojados se numerarán con letreros de plástico. Sobre la tapa del cuadro por su cara interior, se dispondrá una leyenda escrita a máquina que determine el servicio correspondiente a cada interruptor. Dicha leyenda se protegerá con una funda de plástico transparente y se pegará a la tapa.

Las cajas de empalme y derivación utilizadas serán conformes a lo establecido en la norma UNE 20451. Se trata de cajas de material aislante, en cuyo interior, y por medio de las reglamentarias regletas, se realizan las conexiones de los conductores del circuito principal con los que servirán para instalar una derivación. A la caja de empalmes llegan los tubos por cuyo interior circulan los conductores. Suelen ser redondas, cuadradas o rectangulares, y llevan unos agujeros ciegos, que pueden abrirse a diferentes diámetros, en los que se insertan los tubos conductores. Se colocarán cajas de registro y derivación metálicas construidas en chapa de acero zincado, de dimensiones mínimas 100 x 100 mm, para una sola entrada por cada lateral. En caso de ser necesarias más entradas o salidas las dimensiones mínimas serán de 150 x 150 mm. Se montarán cajas de registro como máximo cada 15 metros no permitiéndose más de dos codos de 90° entre cajas. Las tapas serán del mismo material y acabado que las cajas e irán atornilladas a los mismos al menos por dos puntos.

### 3.4.4 Mecanismos

Se instalarán mecanismos de primera calidad siguiendo en todo momento las recomendaciones de instalación del fabricante. Cuando coincidan en un mismo punto varios mecanismos del mismo tipo, se montarán sobre una placa común. Las aristas horizontales de las placas deberán quedar paralelas a las aristas del recinto y perfectamente unidas a la pared, sin dejar huecos perceptibles. La fijación del mecanismo a la caja se realizará mediante tornillos.

#### 3.4.4.1 Interruptores.

Los interruptores, conmutadores y pulsadores estarán contruidos de acuerdo a las normas UNE 20.378 y 20.353.

La altura de colocación será de 100 cm., sobre el suelo acabado, salvo indicación en contra en los planos.

Deben estar proyectados de manera que los cables flexibles estén solidamente sujetos y que su revestimiento aislante esté protegido contra la abrasión y el rozamiento. Las cubiertas y partes accesibles serán de material aislante.

#### 3.4.4.2 Bases de enchufe

Según lo establecido en el apartado 2.10 de la ITC-BT-19 relativa a instalaciones interiores o receptoras, las bases de enchufe cumplirán con la norma UNE 20.315. Las bases de tomas de corriente para uso industrial cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 60309.

Se dispondrán tomas de corriente, estratégicamente distribuidas, para usos varios. Se identificarán las diferentes tomas de corriente, utilizando el blanco para las tomas de red y el verde para las tomas de red+grupo. Salvo indicación en contra en los planos las tomas deben estar empotradas en la pared a una altura de 0,30 metros y para los enchufes de televisión en las habitaciones será de 1,70 metros sobre el suelo.

Los accesorios deben ser contruidos de forma que el calentamiento en uso normal no sea excesivo. Las uniones y conexiones eléctricas deben ser capaces de resistir los efectos mecánicos que se produzcan en uso normal. Asimismo los aparatos deben ser suficientemente resistentes al calor.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V.

### 3.4.5 Panel de Control para Quirófanos

El panel técnico de quirófano es un producto ideado para centralizar todos los controles de los quirófanos en una pared técnica, incluyendo dotación eléctrica, embarrado de puesta a tierra y equipotencialidad y gases medicinales. El modelo seleccionado para su instalación en el presente proyecto ha sido el producto BASIC PANEL del fabricante TEDISEL MEDICAL preemitiéndose la instalación de otro modelo con características similares.



Figura 92 Panel de Control para Quirófanos

Se construye para ser empotrado con frontal en material compacto a base de minerales tipo IRO o CORIAN, materiales recomendados para estas áreas por sus cualidades

asépticas, teniendo unas dimensiones de 1250x1700x200 mm. Su registro se realizará desde el exterior del quirófano, a través de una única puerta abatible situada en la parte trasera, accesible desde el pasillo sucio.

La dotación básica de componentes consiste en los siguientes elementos: reloj analógico, cronómetro digital, mando del cronómetro, negatoscopio con su interruptor, teléfono manos libres, alarma de gases medicinales, repetidor de alarmas eléctricas, tomas eléctricas y tomas redundantes de tierra. Además, es posible incorporar en este modelo una pantalla TFT no superior a 21” y un teclado de uso médico.

Las tomas de gases medicinales se instalan en un compartimiento totalmente independiente en la parte inferior del panel.

### 3.5 Aparatos de Mando y Maniobra

La siguiente tabla resume la aparamenta de protección utilizada en sistemas de baja tensión, incluyendo los distintos dispositivos y funciones para las que se utilizan:

	Seccionador	Interruptor	Contactador	seccionador fusible	Interruptor automático	Interruptor fusible
Seccionamiento	■	■○		■	■○	■○
Mando		■	■		■○ (1)	■
Protección contra: — sobrecargas — cortocircuitos — tierra			○	■ ■	■ ■ ■	■ ■
Protección diferencial		○			■○	○ (2)
Señalización	○	○	○	○	○	○

■ = Función estándar  
○ = Función opcional

(1) manual en estándar, automática en opción  
(2) necesita el empleo de un interruptor con apertura automática

Figura 93 Aparamenta en sistemas de BT. Fuente: Schneider Electric. “Continuidad del servicio en BT”

#### 3.5.1 Interruptores Automáticos

Se utilizarán interruptores automáticos conformes en todo momento a las prescripciones establecidas en las siguientes normas de aplicación (Tabla 88):

Interruptores automáticos	
UNE-EN-60898	Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)
UNE-EN-60947-2	Interruptores automáticos (asociados a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)

Tabla 88 Normativa de aplicación para los interruptores automáticos

Todos los circuitos de la instalación estarán protegidos mediante estos dispositivos.

Los interruptores automáticos proporcionarán adecuadamente:

- Protección contra sobrecargas: su característica de disparo es a tiempo inverso, es decir que a mayor valor de corriente es menor el tiempo de actuación.
- Protección contra cortocircuitos: su característica de disparo es a tiempo independiente, es decir que a partir de cierto valor de corriente de falla la protección actúa, siempre en el mismo tiempo.

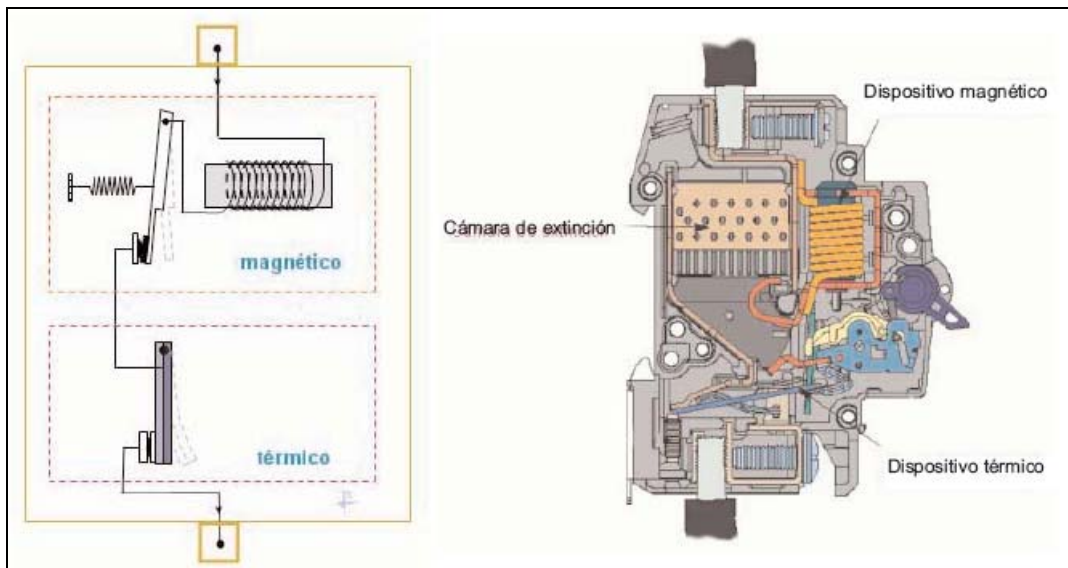


Figura 94 Interruptor Automático

La característica de disparo de los interruptores automáticos quedará determinada por su curva de disparo. En la siguiente figura se pueden observar los valores de la corriente nominal para curvas de los tipos B, C y D:

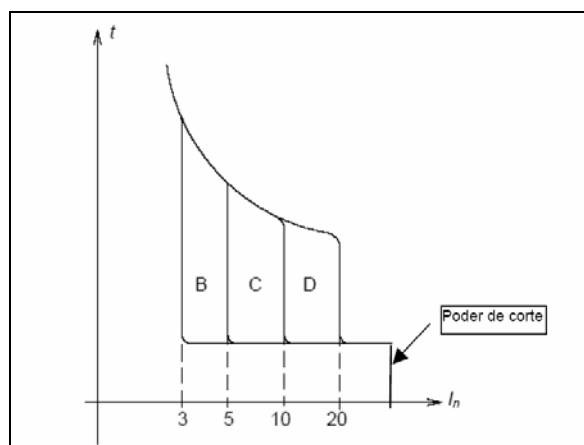


Figura 95 Curvas de disparo características de los interruptores automáticos.

En la conexión y desconexión del circuito intervienen por un lado los contactos principales, que tendrán baja resistencia eléctrica de contacto, alta conductividad eléctrica y térmica y poca tendencia a soldar, contruidos con aleaciones de plata con níquel, paladio o cadmio. Por otro lado la función de los contactos de arco será evitar la erosión de los contactos principales, contruidos de materiales altamente resistentes al arco, como el tungsteno. La extinción del arco se llevará a cabo en la cámara de extinción o apaga chispas.

Se utilizarán interruptores automáticos bipolares o tetrapolares de intensidades asignadas normalizadas, según indicaciones incluidas en la memoria de cálculos de la instalación.

### 3.5.2 Interruptores Diferenciales

Se utilizarán interruptores diferenciales conformes en todo momento a las prescripciones establecidas en la siguiente norma de aplicación (Tabla 89):

Interruptores Diferenciales	
<b>UNE-EN-60947-2</b>	Interruptores diferenciales (uso industrial u otras aplicaciones)

Tabla 89 Normativa de aplicación para los interruptores diferenciales

Esta norma establece los siguientes valores normalizados para la corriente diferencial residual: 0,006 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 0,5 – 1 – 3 – 10 – 30 amperios. El umbral de disparo en todos los casos será de 0,5 – 1 sobre el valor normalizado.

Está previsto el uso de interruptores diferenciales de alta sensibilidad, con una corriente diferencial residual de 30 mA en los cuadros de las habitaciones, proporcionando de este modo protección contra los posibles contactos directos que se puedan producir.



Se utilizarán para el resto de la instalación los interruptores diferenciales de características incluidas en la memoria de cálculos.

Estos interruptores funcionan con un transformador diferencial para la detección de la corriente de defecto, por lo que son independientes de la tensión de red o de una fuente de energía auxiliar.

Se recomienda comprobar su funcionalidad, en la puesta en marcha de la instalación y a intervalos regulares de aproximadamente seis meses, mediante el pulsador de prueba incorporado, que genera una corriente de defecto simulada.

### 3.5.3 Interruptores Manuales

Serán de apertura en carga y podrán cerrar cortocircuito. El mecanismo de conexión y desconexión será brusco. Los contactos serán plateados irán en cámaras cerradas con doble ruptura por polo.

Las placas embellecedoras de los accionamientos llevarán impresos los símbolos indicativos de conectado o desconectado. El embrague entre el mando y el eje de rotación de los contactos no permitirá error en la maniobra.

### 3.5.4 Fusibles

Se utilizarán fusibles conformes en todo momento a las prescripciones establecidas en la siguiente norma de aplicación (Tabla 90):

Fusibles	
UNE 60269	Fusibles

Tabla 90 Normativa de aplicación para los fusibles

Los fusibles son dispositivos que abren un circuito cuando la corriente que circula por él, por calentamiento, funde uno o varios de sus elementos. El tiempo de fusión depende del valor de la corriente aplicada.

El conjunto portador es la parte fija que sustenta el cartucho fusible y servirá de conexión con el resto de la instalación. Los cartuchos fusibles serán intercambiables.

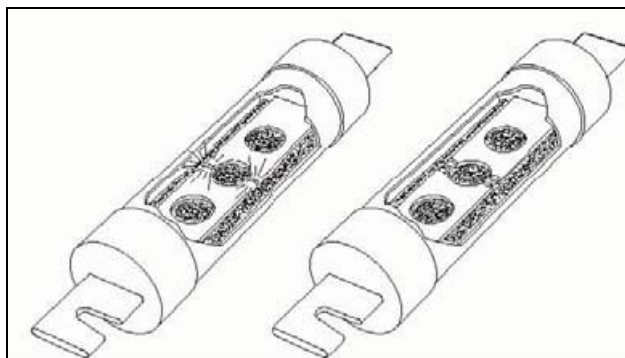


Figura 96 Fusibles

Se emplearán fusibles normalizados de fusión cerrada en los que la extinción del arco no produzca efectos externos. Deberán incluir indicación de la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

### 3.5.5 Dispositivos de protección contra sobretensiones

Los dispositivos a instalar serán de características equivalentes a los establecidos en la norma EN 61643. Esta norma clasifica en función de sus características los posibles dispositivos a instalar en tres tipos: Clase I, Clase II y Clase III.

Está prevista su instalación en varios niveles de manera coordinada, de manera que en el CGMP se instalará un equipo de alto poder de descarga o protección basta, mediante el empleo de un limitador de sobretensiones de clase I. La protección media y fina se realizará a través de limitadores de sobretensiones de clase II colocados en los distintos cuadros secundarios. Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro y la tierra de la instalación.

En el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se ha incluido la información técnica suministrada por el fabricante OBO para los mecanismos de protección contra sobretensiones.

## 3.6 Transformadores de Aislamiento

Se instalará un transformador de aislamiento monofásico modelo REO-PROMED 1 de 8 kVA de potencia para dar servicio a cada uno de los quirófanos previstos en el proyecto. La siguiente figura es una fotografía del modelo seleccionado:



Figura 97 Transformador de aislamiento para aplicaciones médicas modelo REO-PROMED

Las dimensiones del modelo seleccionado son 300x300x360 mm (BxTxH en la Figura 98), y su peso es de 41 kg.

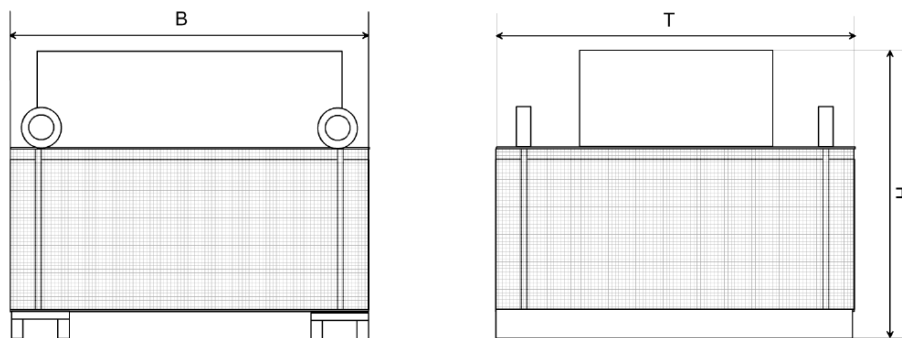


Figura 98 Plano de medidas transformador de aislamiento REO-PROMED 1 8000

En el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se ha recogido la información técnica suministrada por el fabricante del modelo seleccionado.

## 3.7 Pararrayos

### 3.7.1 Generalidades

El objetivo de esta instalación es el de la protección del inmueble y su contenido contra las descargas eléctricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo.

Como indican las normas UNE 21.185 y 21.186 en sus introducciones respectivas, ningún sistema de protección contra rayos puede evitar la formación de los mismos, ni representan una garantía de protección absoluta contra ellos, pero si proporcionan los medios para reducir, de manera significativa, los riesgos de daños por descargas peligrosas sobre personas y equipos en las estructuras protegidas.

Se utilizará un pararrayos ionizante con dispositivo de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE – IPP (pararrayos)
- Norma UNE 21.186 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su Anexo B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE 21.185

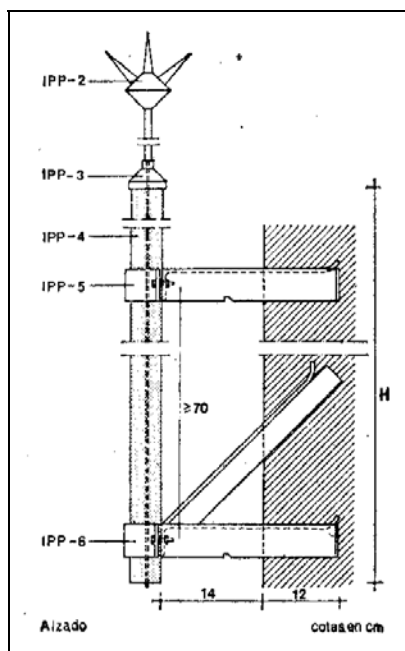


Figura 99 Diseño del pararrayos

## 3.7.2 Componentes

### 3.7.2.1 Sistema externo

El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada.

Los dispositivos captadores podrán ser puntas Franklin, mallas conductoras o pararrayos con dispositivo de cebado. Este último será el utilizado en esta instalación.

El diseño de la instalación se hará de manera que el edificio quede dentro del volumen protegido. Para los pararrayos con dispositivo de cebado el volumen protegido por cada punta se define de la siguiente forma (Figura 100)

- Bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia  $D$  y cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L$$

Donde

$R$  es el radio de la esfera en m que define la zona protegida.

$D$  es la distancia en que figura en la Tabla 91 en función del nivel de protección.

$\Delta L$  distancia en m función del tiempo del avance en el cebado  $\Delta t$  del pararrayos en  $\mu s$ . Se adoptará  $\Delta L = \Delta t$  para valores de  $\Delta t$  inferiores o iguales a 60  $\mu s$ , y  $\Delta L = 60$  m para valores de  $\Delta t$  superiores.

Nivel de protección	Distancia D (m)
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla 91 Distancia D (m)

- por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

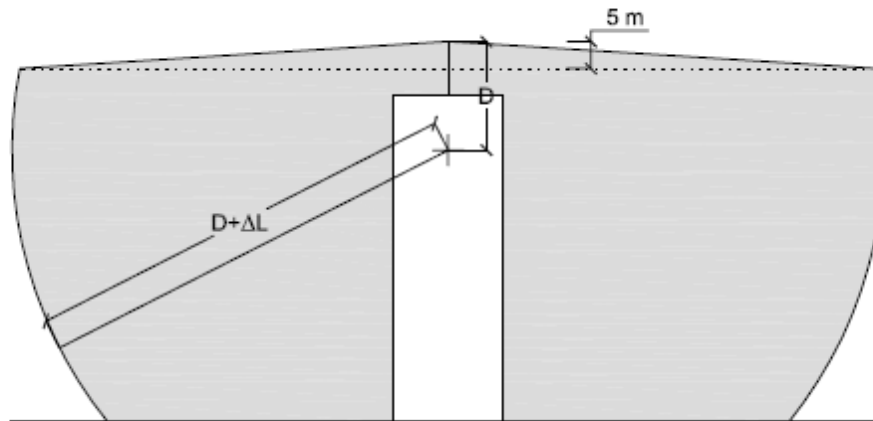


Figura 100 Volumen protegido por pararrayos con dispositivo de cebado

La cabeza captadora se fabricará de cobre semiduro con revestimiento anticorrosivo, y estará provista de una rosca de 16 mm de diámetro nominal de paso para la unión con la pieza de adaptación.

La pieza de adaptación será de latón, roscada en sus extremos para la unión con el mástil y el soporte de la cabeza de captación.

Los derivadores conducirán la corriente de descarga atmosférica desde el dispositivo captador a la toma de tierra, sin calentamientos y sin elevaciones de potencial peligroso, por lo que deben preverse:

- al menos un conductor de bajada por cada pararrayos con dispositivo de cebado,
- longitudes de las trayectorias lo más reducidas posible;
- conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.
- Todo elemento de la instalación discurrirá por donde no represente riesgo de electrocución o estará protegido adecuadamente.

### 3.7.2.2 Sistema externo

Este sistema comprende los dispositivos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.

Deberá unirse la estructura metálica del edificio, la instalación metálica, los elementos conductores externos, los circuitos eléctricos y de telecomunicación del espacio a proteger con conductores de equipotencialidad o protectores de sobretensiones a la red de tierra. Cuando no pueda realizarse la unión equipotencial de algún elemento conductor, los conductores de bajada se dispondrán a una distancia de dicho elemento superior a la distancia de seguridad  $d_s$ . La distancia de seguridad  $d_s$  será igual a:

$$d_s = 0,1 \cdot L$$

Siendo L la distancia vertical desde el punto en que se considera la proximidad hasta la toma de tierra de la masa metálica o la unión equipotencial más próxima.

El mástil será en tubo de acero galvanizado de 8 m, de 50 mm de diámetro nominal de paso, roscado en su extremo superior.

Las piezas de fijación superior e inferior serán perfiles laminados L50.5 y grapas para sujeción del mástil, de acero galvanizado.

### 3.7.2.3 Puesta a Tierra

Lo constituye el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra.

El conductor será de cobre de 70 mm<sup>2</sup> de sección, unido a la cabeza de captación mediante la pieza de adaptación. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior y después seguirá el recorrido más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por la fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapas. Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de 60 mm de diámetro y 3 metros de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T.

### 3.8 Equipos de Alumbrado

Para la iluminación interior se han elegido lámparas de descarga en vapor de mercurio, de los tipos fluorescentes lineales, fluorescentes compactas o de halogenuros metálicos.

En todos los casos serán de la potencia establecida en los planos y demás documentos del Proyecto. Las lámparas que vayan a ser montadas en obra, llegarán a la misma en envases precintados con el nombre del fabricante y sin abrir.

Las lámparas estarán dotadas de los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento:

- Reactancias inductivas o balastos. Cumplirán con la norma UNE 20.152 relativa a “Reactancias para lámparas fluorescentes”. Su misión principal consiste en la estabilización y limitación de la corriente que circula por las mismas. Está previsto el uso de balastos del tipo electromagnético. Estarán contruidos de modo que no produzcan ruido.
- Cebadores o arrancadores, cuando sean necesarios para producir arcos de tensión elevados para favorecer el arranque.

Para la corrección del factor de potencia necesaria debido al uso de reactancias inductivas, se ha previsto el uso de condensadores colocados en paralelo y lo más cerca posible de cada lámpara, lográndose un factor de potencia al menos de 0,85.

Potencia nominal (W)	Condensador (F)
13	4
26	4
36	4

Tabla 92 Capacidad de los condensadores de acompañamiento

Los contactos en las fluorescentes harán presión suficiente para la perfecta sujeción de las patillas de los tubos, y serán del tipo de seguridad con los contactos ocultos mientras está el tubo desmontado.

Los difusores, serán del material que se especifique y de ningún otro, debiendo instalarse completamente limpios y sin marca de raya o desperfecto alguno.

Las luminarias se fijarán a los forjados o falsos techos quedando rígidamente unidas a los mismos.

A continuación se describen las características técnicas de las luminarias que se especifican en la sección 1.2.4.6, del fabricante Ornalux S.A. con conexión a 230 V y 50 Hz.



1. Lámparas fluorescentes lineales: Se instalan en luminarias construidas en aluminio y sin efecto de irisación, provistas de cableado termorresistente con conexión para puesta a tierra y bornes de conexión. El montaje se hará con empotrado en falsos techos o de superficie. En función de la combinación entre potencia y el número de tubos fluorescentes, se instalarán los siguientes tipos de luminarias.

- Luminaria de dos tubos fluorescentes: Las dimensiones vienen dadas por los valores representados en la Tabla 93. En esta instalación se utilizan las definidas como 2 x T8 de 18 W y 36 W. La distribución luminosa es simétrica según los planos C0-C180 y C90-C270 representados en la Figura 101. Las lámparas utilizadas son las de referencia YCE218 (2 x 28W T8 de 18 W y 2.700 lm) y YCE236 (2 x 45W T8 de 36 W y 6.700 lm)

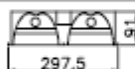
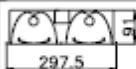

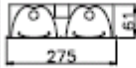
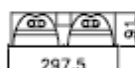

			N°	W	L	L1	L2
				18	36	58	14
Vision		297.5	2xT8	595	1195	1520	
				574	1174	1520	
				620	1220		
Confort		297.5	2xT8	596	1196	1520	
				574	1174	1520	
Vision		275	2xT5	596	1196	1520	
				574	1174	1520	
Confort		275	2xT5	596	1196	1520	
				574	1174	1520	
Vision		297.5	2xTC-L	595	1195	1520	
				574	1174	1520	
Confort		297.5	2xTC-L	595	1195	1520	
				574	1174	1520	

Tabla 93 Dimensiones de luminarias lineales de dos tubos fluorescentes

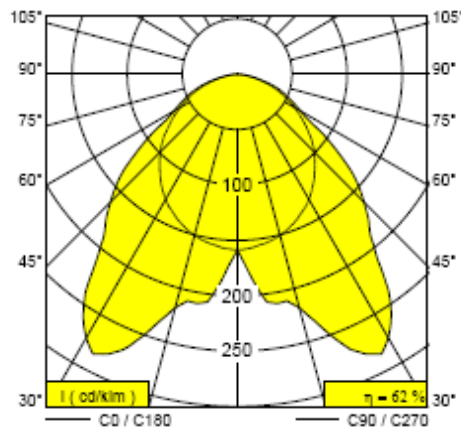


Figura 101 Distribución luminosa en luminarias lineales de dos tubos fluorescentes

- Luminaria de cuatro tubos fluorescentes: Las dimensiones vienen dadas por los valores representados en la Tabla 94. En esta instalación se utilizan las definidas como 4 x T8 de 18 W y 4 x TC-L de 36 W. La distribución luminosa es simétrica según los planos C0-C180 y C90-C270 representados en la Figura 102. Las lámparas utilizadas son las de referencia YCE418 (4 x 28W T8 de 18 W y 5.400 lm) y YCE236 (4 x 45W T8 de 36 W y 13.400 lm)

			N°					
				W	L	L1	L2	
Vision	Comfort	595	4x18	18	595	574	620	
				14	596	574		
				24	596	574		
Vision	Comfort	595	4x15	36	595	574		
				55	595	574		

Tabla 94 Dimensiones de luminarias lineales de cuatro tubos fluorescentes

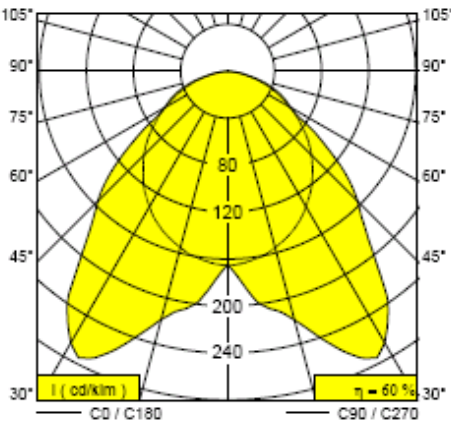


Figura 102 Distribución luminosa en luminarias lineales de cuatro tubos fluorescentes

2. Lámparas fluorescentes compactas: Se instalan en luminarias construidas en chapa de acero galvanizado. En función de la combinación entre potencia y el número de lámparas, se instalarán los siguientes tipos de luminarias.
- Luminarias con referencia WE213C (2 x 17W TC-D 13 W de 1.800 lm). Las dimensiones vienen dadas por los valores representados en la Figura 103. La distribución luminosa es simétrica según los planos C0-C180 y C90-C270 representados en la Figura 104.

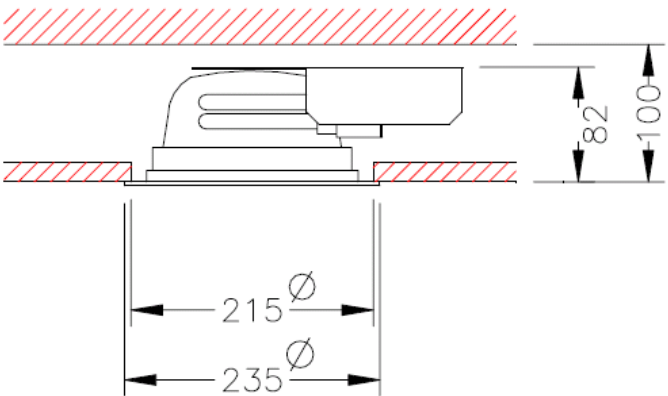


Figura 103 Dimensiones de luminarias compactas WE213C

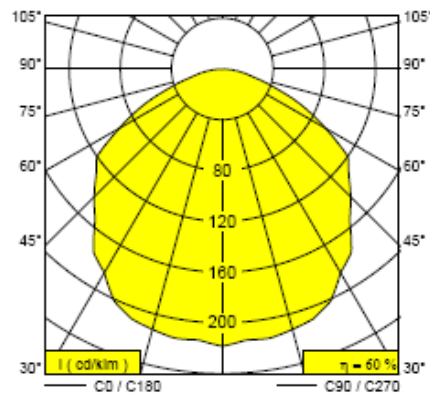


Figura 104 Distribución luminosa en luminarias compactas WE213C

- Luminarias con referencia WHEC226S (2 x 36W TC-D 26 W de 3.600 lm) y WHEC326S (2 x 36W TC-D 26 W de 5.400 lm). Las dimensiones vienen dadas por los valores representados en la Figura 105. La distribución luminosa es simétrica según los planos C0-C180 y C90-C270 representados en la Figura 106.

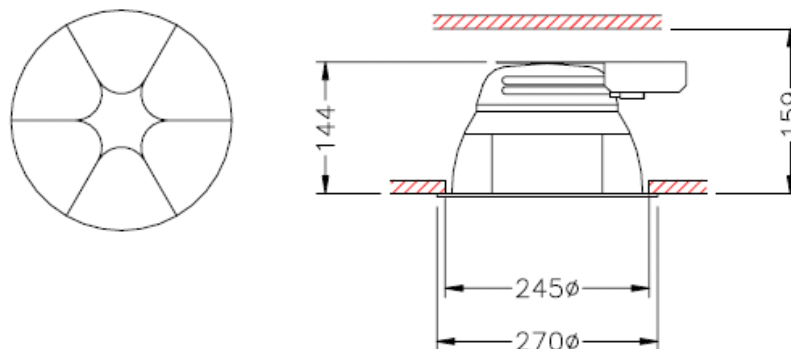


Figura 105 Dimensiones de luminarias compactas WHEC226S y WHEC326S

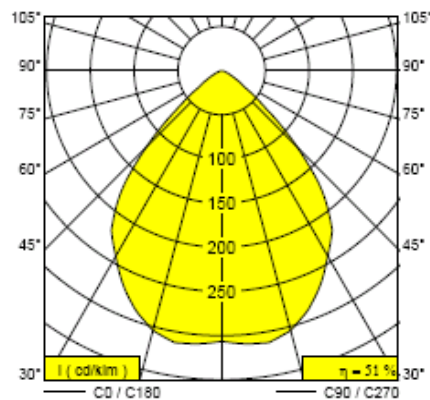


Figura 106 Distribución luminosa en luminarias compactas WHEC226S y WHEC326S

3. Las lámparas de halogenuros metálicos: Se instalarán en luminarias estancas para empotrar en falso techo construidas en fundición inyectada de aluminio con cristal difusor y grado de estanqueidad IP65. Permiten una basculación de 75° y giro de 355°. Cada luminaria estará equipada con una lámpara de Halogenuros Metálicos de 70W (1 x HIT-C 70 W).
- Luminarias con referencia IOPSB050 (1 x 65W SDW-TG 50 W de 2.300 lm). Las dimensiones vienen dadas por los valores representados en la Figura 107. La distribución luminosa tiene sistema rotacional según los planos C0-C180 y C90-C270 representados en la Figura 108.

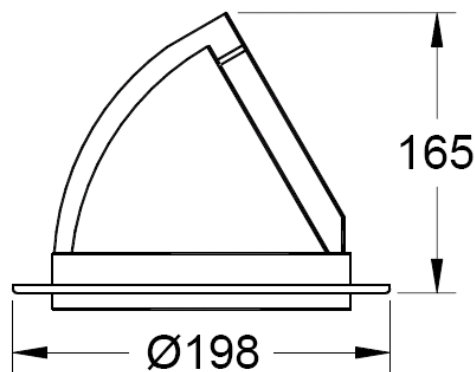


Figura 107 Dimensiones de luminarias compactas IOPSB050

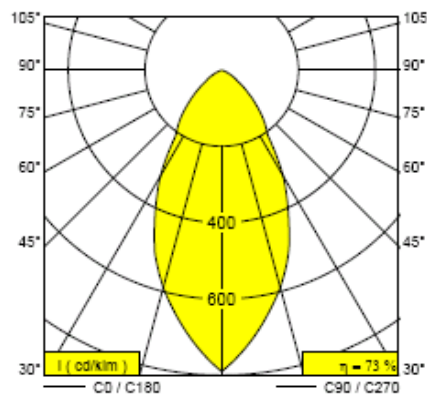


Figura 108 Distribución luminosa en luminarias compactas IOPSB050

## 4 Presupuesto

El presupuesto total del proyecto queda resumido en la siguiente tabla:

Descripción Partida	Importe
Centro de Transformación	121.403,48 €
Grupo Electrónico	123.413,86 €
Instalaciones Provisionales de obra	23.406,13 €
Cuadros y Aparatación Eléctrica	85.247,40 €
Líneas Eléctricas	94.609,44 €
Distribuciones Eléctricas	19.747,46 €
Aparatos y Lámparas	227.098,03 €
Instalaciones Especiales en Quirófanos	10.941,66 €
Sistemas de Alimentación Ininterrumpida	17.109,06 €
Pararrayos	2.785,65 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>725.762,17 €</b>

Tabla 95 Resumen del presupuesto por partidas.

El detalle de cada una de las partidas presupuestadas se recoge en las hojas anexas que se muestran a continuación.



## 5 Estudio de Seguridad y Salud

### 5.1 Introducción

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. El proyecto de esta instalación no cumple ninguno de estos supuestos, que se enumeran a continuación:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 Euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, condiciones subterráneas y presas.

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 5.2 Normas de Seguridad y Salud

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo. Real Decreto 486/1997 de 14-abr. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Disposiciones mínimas en materia Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Real Decreto 485/1997, de 14-ABR., Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individuales. Real Decreto 773/1997, de 30-May, Ministerio de Presidencia.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo. Real Decreto 1215/1997, de 18-Jul, Ministerio de Presidencia.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. Real Decreto 1627/1997, de 24-Oct, Ministerio de Presidencia.
- Norma básica de edificación "NBE-CPI-91". Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios. Real Decreto 279/1991, de 1-mar, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

### 5.3 Evaluación de Riesgos Laborales y Previsión

El empresario deberá realizar una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, con carácter general, la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. Las causas de los riesgos podrían clasificarse de la siguiente manera:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipos y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos de trabajo que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones.
- Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.
- La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario.



### 5.3.1 Riesgos Laborales y Prevención en Instalaciones Eléctricas

Instalaciones (Electricidad, Fontanería, Gas, Aire Acondicionado, Calefacción, Antenas, Pararrayos)		
Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Marquesinas rígidas.	Botas o calzado de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas de seguridad impermeables
Caída de operarios al vacío.	Pasos o pasarelas.	Casco de seguridad
Caída de objetos sobre operarios	Redes verticales.	Guantes de lona y piel.
Choques o golpes contra objetos	Redes horizontales.	Guantes impermeables.
Caídas de materiales transportados	Andamios de seguridad.	Gafas de seguridad.
Atrapamientos y aplastamientos	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos.
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Escaleras auxiliares adecuadas	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Escalera de acceso peldañeada y protegida	Ropa de Trabajo
Contactos eléctricos directos e indirectos	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas	Pantalla de soldador
Ambiente pulverígeno	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Afecciones en la piel	Plataformas de descarga de materiales	
Cuerpos extraños en los ojos	Evacuación de escombros.	
Ambientes pobres en oxígeno	Andamios adecuados.	
Inhalación de vapores y gases	Limpieza de las zonas de trabajo o tránsito	
Explosiones e incendios		
Derivados de medios auxiliares usados		
Radiaciones y derivados de soldadura		
Quemaduras		
Derivados del acceso al lugar de trabajo		
Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles		

Tabla 96 Riesgos y prevención en Instalaciones

### 5.3.2 Intervención en las instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos en tensión, se seguirán las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica:

1. Cortar todas las fuentes en tensión: La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará garantizado por la existencia de una distancia suficiente o por la interposición de un aislante.

2. Bloquear los aparatos de corte: Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, debiendo colocarse además la señalización oportuna para impedir su modificación.
3. Verificar la ausencia de tensión: La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica, lo más cerca posible de la zona de trabajo o sobre ella misma cuando esto sea posible (utilizando dispositivos que actúen directamente sobre los conductores cuando estos sean aislados). En los trabajos en alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación deberá comprobarse antes y después de cada uso.
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión: Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito. Los dispositivos necesarios deberán conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos cuya puesta a tierra sea necesaria. Estos elementos se colocarán cercanos a la zona de trabajo y se tomarán precauciones para asegurar que permanezcan conectados durante el desarrollo del mismo.
5. Delimitar y señalizar la zona de trabajo: Cuando existan elementos en tensión próximos a la zona de trabajo, deberán adoptarse las medidas de protección necesarias que impidan un posible contacto eléctrico. En todos los casos se instalará una señalización clara y visible en torno a la zona de peligro.

### 5.3.3 Actuación en caso de Accidente Eléctrico

Si ocurriera un algún caso de accidente eléctrico, es imprescindible prestar una ayuda rápida y eficaz, dados los efectos de la corriente eléctrica sobre el organismo, hay que seguir los siguientes pasos:

- Desconectar la corriente, tratando de hacer uso de algún elemento aislante.
- Alejar al accidentado de la zona de peligro, sin tocarle directamente.
- En su caso, apagar el fuego haciendo uso de mantas. No se utilizará agua sin haber desconectado antes la corriente.
- Avisar a los servicios sanitarios.
- Socorrer al accidentado, reconociendo sus signos vitales (consciencia, respiración y pulso), con el fin de hacer frente a un eventual paro respiratorio o cardíaco. Colocar al accidentado sobre un costado.

## 5.4 Plan de Seguridad y Salud

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en

función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

Las normas reglamentarias indicadas en la ley 31/1995 de Noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales, son las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de los requisitos mínimos que deben reunir las condiciones de trabajo para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

### 5.4.1 Obligaciones de Contratistas y Subcontratistas

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.

- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
  3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
  4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
  5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### 5.4.2 Obligaciones de Trabajadores Autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

### 5.4.3 El Libro de Incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### 5.4.4 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias

de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

### 5.4.5 Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## 5.5 Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo

### 5.5.1 Obligaciones constructivas

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores. Además, deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, los requisitos mínimos de seguridad indicados:

- Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.
- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Dichas dimensiones mínimas serán 2,5 metros de altura, 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador y 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

- La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar.
- Los suelos deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas o desniveles en los suelos, paredes o tabiques se protegerán mediante barandillas. Además deberán protegerse los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura y los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos. Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros.
- Deberán estar claramente señalizados los tabiques transparentes o translúcidos situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación; y fabricados con materiales seguros. Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios.
- Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior como en el interior, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. El número, situación, dimensiones y condiciones constructivas deberán adecuarse a los usuarios y a las características de la actividad. La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.
- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista. Las puertas y portones deberán ir dotados de un sistema de seguridad adecuado. Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquéllos.
- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos y en caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros. La pendiente de las rampas oscilará del 8% al 12% dependiendo de su longitud.
- Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros. Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones.
- Las escalas fijas deberán tener una anchura mínima de 40 centímetros y una distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros. Las que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.
- Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad. Las puertas

de emergencia no deberán cerrarse con llave y deberán estar bien señalizadas. En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad. En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

- Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos. La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.
- Los lugares de trabajo y, en particular, las puertas, vías de circulación, escaleras, servicios higiénicos y puestos de trabajo, utilizados u ocupados por trabajadores minusválidos, deberán estar acondicionados para que dichos trabajadores puedan utilizarlos.

### 5.5.2 Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas, sin constituir un riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico. En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.

### 5.5.3 Condiciones ambientales



Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

Las condiciones ambientales de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberán responder al uso específico de estos locales.

### 5.5.4 Iluminación

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe, debido a los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por si sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los siguientes:

- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1.000 lux
- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux

Estos niveles mínimos deberán duplicarse si en las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, existen riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes

o si en las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros. También cuando el contraste de luminancias o de color sea muy débil.

La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible. Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea. Además, se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia.

Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión.

### 5.5.5 Servicios higiénicos y lugares de descanso

En los lugares de trabajo se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable.

Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo. Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no son necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

Además, dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, duchas y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas.

Los lugares de trabajo deben disponer de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos. Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico.

Se dispondrá de un local de descanso cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores. Se distinguirá entre espacios para fumadores y no fumadores.

En los trabajos al aire libre, cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

### 5.5.6 Material y locales de primeros auxilios

Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.

Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

## 5.6 Disposiciones mínimas en la Utilización de los Equipos de Trabajo

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada. Deberán estar fuera de las zonas peligrosas, y no acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

El operador del equipo deberá cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad.

En función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados. Cualquier equipo de trabajo que entrañe un riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad y salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores deberán adoptarse las medidas de protección adecuadas.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas correctamente.

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.

Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

## 6 Planos

Listado de planos:

1. Plano de Conjunto Planta Sótano
2. Plano de Conjunto Planta Baja
3. Plano de Conjunto Planta Tipo
4. Plano de Conjunto Planta Cubierta
5. Plano de Instalaciones Planta Sótano
6. Plano de Instalaciones Planta Baja
7. Plano de Instalaciones Planta Tipo
8. Plano de Instalaciones Planta Cubierta
9. Diagramas Unifilares Cuadros Eléctricos



## 7 Conclusiones

El presente proyecto, mediante los documentos y planos de que se compone, ha buscado definir y explicar las características técnicas y económicas principales de la instalación eléctrica del Hospital de Continuidad de Discapacitados Físicos de Toledo. Su realización ha servido como trabajo práctico para su presentación como Proyecto Final de Carrera de la titulación Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Electricidad, en la Universidad Carlos III de Madrid.

Sus contenidos reflejan en gran medida los conocimientos adquiridos durante la consecución de la titulación mencionada, cumpliendo por tanto uno de los principales objetivos de esta última etapa universitaria. Adicionalmente en el proyecto se han tratado aspectos nuevos para el autor, solventados mediante una adecuada documentación en cada uno de ellos, siendo este hecho otra consecuencia positiva, resultado del esfuerzo que representa la finalización de los estudios universitarios.

La herramienta de referencia principal a lo largo de todo el proyecto ha sido el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias. En el mismo sentido, y para el diseño del centro de transformación con que se ha dotado la instalación, adquiere vital importancia el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Ambos documentos constituyen la base de la normativa española de aplicación en las instalaciones eléctricas objeto del presente proyecto.

Las características de diseño de la instalación objeto del presente proyecto han venido definidas por el uso hospitalario al que está destinado el edificio en estudio. En estas circunstancias se ha buscado en todo momento dotar a la superficie de la mayor disponibilidad energética posible dentro de los límites económicos admisibles para este tipo de instalaciones. Del mismo modo se han considerado prioritarios criterios de seguridad y fiabilidad en la instalación, tratando de eliminar o reducir al máximo los riesgos eléctricos existentes para los usuarios de la misma.

Con estas premisas, se ha propuesto un sistema eléctrico alimentado normalmente desde una conexión con la red de Media Tensión de la compañía que opera en la zona, a través de un centro de transformación propiedad del hospital. Este centro de transformación se ha dotado de dos transformadores dimensionados para soportar individualmente la totalidad de la potencia prevista para la instalación, aunque durante su funcionamiento normal, cada uno absorberá la mitad de dicha potencia. Esta redundancia aumenta significativamente la disponibilidad en el suministro ante el fallo de cualquiera de los transformadores, buscando al mismo tiempo poder satisfacer las futuras necesidades de crecimiento del hospital, lo que evitará costosas ampliaciones posteriores.

La siguiente medida adoptada ha consistido en el estudio de la naturaleza de los receptores previstos en la instalación. En este sentido se ha desarrollado el concepto de cargas prioritarias, considerándose como tales a aquellas que prestan servicios esenciales en los que debe mantenerse la alimentación eléctrica de forma prioritaria, frente a otros servicios en los que una interrupción momentánea no es tan importante. Para estos consumos prioritarios se ha propuesto un suministro eléctrico complementario a través del uso de un grupo electrógeno de gran potencia, que entrará en funcionamiento automáticamente ante un fallo en el suministro eléctrico normal. El grupo electrógeno estará dotado de los elementos necesarios para realizar la conmutación entre redes y la detección de un descenso en la tensión del suministro de red, así como su reestablecimiento posterior.

Adicionalmente el hospital dispone de un tercer sistema de alimentación en las instalaciones vitales del edificio, mediante el uso de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida. Se trata del suministro especial complementario, obligatorio por normativa para aquellas instalaciones cuya principal necesidad sea la continuidad del suministro, sin pasar por el “cero” que supone el lapso de tiempo previo al arranque del grupo electrógeno, y con autonomía de funcionamiento establecida por el REBT. Conceptualmente, este suministro permanente estará aguas abajo de los suministros normal y complementario, ocupando sin embargo, un papel fundamental en la calidad del suministro.

Por otro lado en el proyecto se ha desarrollado el tema de los Esquemas de Conexión a Tierra de la instalación, optándose finalmente por el esquema TT. No obstante, en los quirófanos se ha propuesto el uso del esquema IT mediante el uso de transformadores de aislamiento con monitorización del primer defecto de aislamiento. Dada la singularidad de los quirófanos dentro del conjunto de la instalación se ha dedicado un capítulo a su estudio.

El hospital contará asimismo con tres redes de tierra independientes, separadas convenientemente, siendo estas:

- Red de puesta a tierra de protección de Baja Tensión.
- Red de puesta a tierra de la aparamenta del centro de transformación.
- Red de puesta a tierra del neutro de los transformadores.

En cuanto al diseño de las instalaciones de iluminación, cabe destacar el objetivo buscado de proporcionar los niveles de iluminación adecuados para cada una de las áreas funcionales que componen el edificio, atendiendo a las necesidades particulares de cada una de ellas. En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta en todo momento las características particulares que debe cumplir el alumbrado de emergencia para locales de pública concurrencia, así como las prescripciones de los equipos a utilizar para este fin.



En lo referente a la protección frente a las descargas atmosféricas, se ha considerado necesaria la instalación de un pararrayos en el edificio que proporcione un camino de baja impedancia a tierra, evitando de este modo riesgos para las personas o bienes del hospital. Adicionalmente se ha propuesto el uso de dispositivos contra sobretensiones en los distintos cuadros eléctricos.

Por último cabe destacar la calidad de los materiales propuestos a emplear en la ejecución de la instalación, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en el documento del proyecto.



## 8 Bibliografía

- [1] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Decreto 842/2002 de 02-8-2002, y publicado en el BOE del 18-09-2002.
- [2] Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el BOE 1-8-84.
- [3] Catálogo y documentación Schneider Electric: “Distribución en Media Tensión. Centros de Transformación 24 kV MT/BT”.
- [4] “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación”. Comisión de Reglamentos de UNESA.
- [5] José García Trasancos. “Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión”, Ed. Paraninfo.
- [6] Catálogo de Iluminación de ORNALUX, S.A. Documentación ILUGRAM.
- [7] Norma CEI 61132 “Internacional Lamp Coding System”
- [8] Niveles Mínimos de Iluminación RD 486/1997, Anexo IV.3
- [9] Hasse, P. “Protección contra sobretensiones de instalaciones de baja tensión” Paraninfo. 1991
- [10] Catálogo General Cable: “Cables de Baja Tensión”
- [11] CTE SU-8. “Código Técnico de Edificación. Seguridad de utilización”
- [12] Jiménez Arribas, R. “Cálculo y Diseño de las Instalaciones Eléctricas para el Proyecto del Hospital de Almansa”. Octubre 2003
- [13] Vicente Blanca Jiménez. “Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión” Universidad Politécnica Valencia. Servicio de Publicaciones Colección: Libro Apunte Nº 41
- [14] R.D. 485/1.997 14 abril. “Señalización de Seguridad en el Trabajo”
- [15] R.D. 485/1.997 14 abril. “Utilización de Equipos de Protección Individual”
- [16] R.D. 39/1.997 17 enero. “Reglamento de los Servicios de Protección”
- [17] R.D. 1627/1.997 24 octubre. “Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción”



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Superficie por plantas .....	5
Tabla 2	Previsión de Potencia (kW) de la instalación .....	9
Tabla 3	Previsión de Potencia aparente (kVA) de la instalación.....	10
Tabla 4	Características generales de las celdas SM6.....	12
Tabla 5	Características principales de los transformadores secos TRIHAL.....	16
Tabla 6	Niveles medios de iluminación proyectados .....	27
Tabla 7	Datos Técnicos Lámpara Escialítica.....	30
Tabla 8	Dispositivos de Protección contra Sobreintensidades .....	41
Tabla 9	Previsión de potencia para aparatos elevadores.....	51
Tabla 10	Previsión de Potencia (kW) de la instalación .....	52
Tabla 11	Previsión de potencia (kW) por cuadros. Suministro Normal.....	52
Tabla 12	Previsión de potencia (kW) por cuadros. Suministro Complementario de Red + Grupo.....	53
Tabla 13	Intensidades máximas admisibles según normativa DIN .....	57
Tabla 14	Tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20.460-5-523.....	63
Tabla 15	Conductividades para el cobre y el aluminio a distintas temperaturas .....	66
Tabla 16	Líneas de alimentación a CGMP .....	68
Tabla 17	Líneas de alimentación a Cuadros Secundarios.....	70
Tabla 18	Cuadros eléctricos. Sector 1. Planta sótano .....	73
Tabla 19	Cuadro eléctrico Red + Grupo. Sector 2. Planta sótano .....	74
Tabla 20	Cuadro eléctrico Red. Sector 2. Planta sótano.....	75
Tabla 21	Cuadros eléctricos. Sector 4. Planta sótano .....	76
Tabla 22	Cuadros eléctricos. Sector 5. Planta sótano .....	77
Tabla 23	Cuadros eléctricos. Cocina. Planta sótano .....	78
Tabla 24	Cuadros eléctricos. Lavandería. Planta sótano .....	79
Tabla 25	Cuadro eléctrico Red + Grupo. Sector 1. Planta baja .....	80
Tabla 26	Cuadro eléctrico Red. Sector 1. Planta baja.....	81
Tabla 27	Cuadros eléctricos. Sector 2. Planta baja .....	82
Tabla 28	Cuadros eléctricos. Sector 3. Planta baja .....	83
Tabla 29	Cuadros eléctricos. Sector 4. Planta baja .....	84
Tabla 30	Cuadros eléctricos. Sector 5. Planta baja .....	85
Tabla 31	Cuadros eléctricos. Cocina. Planta baja .....	86
Tabla 32	Cuadros eléctricos. Habitación Tipo.....	87
Tabla 33	Cuadros eléctricos. Zona 1. Planta 1 y planta 2.....	88
Tabla 34	Cuadros eléctricos. Zona 2. Planta 1 y planta 2.....	89
Tabla 35	Cuadros eléctricos. Zona 3. Planta 1 y planta 2.....	90
Tabla 36	Cuadros eléctricos. Zona 4. Planta 1 y planta 2.....	91
Tabla 37	Cuadros eléctricos. Cuadros de red + grupo. Cubierta .....	92
Tabla 38	Cuadros eléctricos. Cuadros de red. Cubierta.....	93
Tabla 39	Niveles de tensión soportada a impulsos kV .....	97
Tabla 40	Secciones mínimas para los conductores de protección .....	100
Tabla 41	Parámetros de iluminación característicos del aparcamiento .....	105
Tabla 42	Parámetros característicos de iluminación en cada pared del aparcamiento .....	106
Tabla 43	Parámetros de iluminación característicos del aseo.....	107
Tabla 44	Parámetros característicos de iluminación en cada pared del aseo.....	108
Tabla 45	Parámetros de iluminación característicos de la cafetería .....	109

Tabla 46	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la cafetería .....	110
Tabla 47	Parámetros de iluminación característicos del comedor .....	111
Tabla 48	Parámetros característicos de iluminación en cada pared del comedor .....	112
Tabla 49	Parámetros de iluminación característicos de la consulta .....	114
Tabla 50	Parámetros característicos de iluminación en cada pared del comedor .....	114
Tabla 51	Parámetros de iluminación característicos del despacho .....	116
Tabla 52	Parámetros característicos de iluminación en cada pared del despacho .....	117
Tabla 53	Parámetros de iluminación característicos de la habitación .....	118
Tabla 54	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la habitación .....	119
Tabla 55	Parámetros de iluminación característicos del vestíbulo .....	120
Tabla 56	Parámetros de iluminación característicos de la piscina de rehabilitación .....	122
Tabla 57	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la piscina de rehabilitación .....	123
Tabla 58	Parámetros de iluminación característicos del quirófano .....	124
Tabla 59	Parámetros característicos de iluminación en cada pared del quirófano .....	125
Tabla 60	Parámetros de iluminación característicos de la sala de espera .....	126
Tabla 61	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de espera .....	127
Tabla 62	Parámetros de iluminación característicos de la sala de rehabilitación .....	128
Tabla 63	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de rehabilitación .....	129
Tabla 64	Parámetros de iluminación característicos de la sala polivalente .....	130
Tabla 65	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala polivalente .....	131
Tabla 66	Parámetros de iluminación característicos de la sala de urgencias .....	132
Tabla 67	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de urgencias .....	133
Tabla 68	Parámetros de iluminación característicos de la sala de terapia ocupacional .....	134
Tabla 69	Parámetros característicos de iluminación en cada pared de la sala de terapia ocupacional .....	135
Tabla 70	Dimensiones del edificio .....	137
Tabla 71	Coefficiente $C_1$ .....	137
Tabla 72	Coefficiente $C_2$ .....	137
Tabla 73	Coefficiente $C_3$ .....	137
Tabla 74	Coefficiente $C_4$ .....	138
Tabla 75	Coefficiente $C_5$ .....	138
Tabla 76	Nivel de protección .....	139
Tabla 77	Características motor MTU 12V2000G23E .....	150
Tabla 78	Características Mínimas de la bandejas .....	157
Tabla 79	Cuadro resumen. Materiales para canalizaciones .....	160
Tabla 80	Resistencia a la compresión .....	160
Tabla 81	Resistencia al impacto .....	160
Tabla 82	Cables no propagadores del incendio y emisiones reducidas .....	161
Tabla 83	Cables resistentes al fuego .....	162
Tabla 84	Cables para locales mojados en instalación bajo tubo .....	162
Tabla 85	Cables para locales mojados en instalación sobre canal protectora .....	163
Tabla 86	Cables para locales con riesgo de incendio o explosión instalados bajo tubo .....	163
Tabla 87	Cuadro resumen tipos de conductores admisibles .....	165
Tabla 88	Normativa de aplicación para los interruptores automáticos .....	169
Tabla 89	Normativa de aplicación para los interruptores diferenciales .....	170
Tabla 90	Normativa de aplicación para los fusibles .....	171
Tabla 91	Distancia D (m) .....	175

Tabla 92	Capacidad de los condensadores de acompañamiento .....	178
Tabla 93	Dimensiones de luminarias lineales de dos tubos fluorescentes.....	179
Tabla 94	Dimensiones de luminarias lineales de cuatro tubos fluorescentes .....	180
Tabla 95	Resumen del presupuesto por partidas. ....	183
Tabla 96	Riesgos y prevención en Instalaciones .....	187

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plano de planta del edificio.....	5
Figura 2	Sectores y Zonas del edificio .....	7
Figura 3	Esquema de las instalaciones de BT .....	9
Figura 4	Esquema unifilar Centro de Transformación.....	12
Figura 5	Llegada o salida de línea IM (375 mm).....	12
Figura 6	Seccionamiento y remonte con salida barras derecha SME (625 mm) .....	13
Figura 7	Paso de barras GIM (125 mm).....	13
Figura 8	Interruptor automático de protección general salida cable inferior o derecha por barras DM1-D (750 mm).....	14
Figura 9	Medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras. GBC-A (750 mm).....	14
Figura 10	Interruptor automático de protección transformador DM1-C (750 mm).....	15
Figura 11	Transformador seco MT/BT .....	16
Figura 12	Conmutación Red – Grupo Electrógeno .....	19
Figura 13	Código de colores conductores .....	25
Figura 14	Cabecero Cama Tipo .....	29
Figura 15	Lámpara escialítica + tablero de mando. Fuente: .....	30
Figura 16	Dimensiones de los volúmenes para depósitos de piscinas .....	33
Figura 17	Clasificación de los volúmenes: duchas .....	34
Figura 18	Monitor de Vigilancia del aislamiento A-ISOMETER. Fuente: Bender .....	35
Figura 19	Vigilancia de sobrecargas y temperatura del transformador de aislamiento .....	36
Figura 20	SAIs: Topología On-line de doble conversión .....	37
Figura 21	Símbolo para marcar equipos de clase II .....	44
Figura 22	Símbolo para indicar la separación eléctrica de circuitos.....	44
Figura 23	Esquema de tierras con centro de transformación en el mismo edificio. Fuente: Cálculo de sistemas de puesta a tierra en edificios. Rodolfo Dufo Perez. ....	47
Figura 24	Borna de puesta a tierra. ....	48
Figura 25	Esquema de instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante transformador de distribución propio. Fuente: Guía de aplicación REBT.....	65
Figura 26	Circuito equivalente y diagrama vectorial de una línea corta.....	66
Figura 27	Luminancia de una superficie .....	103
Figura 28	Plano del aparcamiento del hospital .....	104
Figura 29	Curvas isolux y escala de grises del aparcamiento del hospital.....	104
Figura 30	Plano de montañas del aparcamiento del hospital .....	105
Figura 31	Plano de paredes del aparcamiento del hospital .....	106
Figura 32	Plano de aseos del hospital .....	106
Figura 33	Curvas isolux y escala de grises de los aseos del hospital.....	107
Figura 34	Plano de montañas del aseo .....	107
Figura 35	Plano de paredes del aparcamiento del aseo .....	108

Figura 36	Plano de la cafetería.....	108
Figura 37	Curvas isolux y escala de grises de la cafetería.....	109
Figura 38	Plano de montañas de la cafetería.....	109
Figura 39	Plano de paredes de la cafetería.....	110
Figura 40	Plano del comedor.....	110
Figura 41	Curvas isolux y escala de grises del comedor.....	111
Figura 42	Plano de montañas del comedor.....	111
Figura 43	Plano de paredes del comedor.....	112
Figura 44	Plano de la consulta.....	112
Figura 45	Curvas isolux y escala de grises de la consulta.....	113
Figura 46	Plano de montañas de la consulta.....	113
Figura 47	Plano de paredes de la consulta.....	114
Figura 48	Plano del despacho.....	115
Figura 49	Curvas isolux y escala de grises del despacho.....	115
Figura 50	Plano de montañas del despacho.....	116
Figura 51	Plano de paredes del despacho.....	117
Figura 52	Curvas isolux y escala de grises de la habitación.....	117
Figura 53	Plano de montañas de la habitación.....	118
Figura 54	Plano de paredes de la habitación.....	119
Figura 55	Plano del vestíbulo.....	119
Figura 56	Curvas isolux del vestíbulo.....	120
Figura 57	Plano de la piscina de rehabilitación.....	121
Figura 58	Curvas isolux y escala de grises de la piscina de rehabilitación.....	121
Figura 59	Plano de montañas de la piscina de rehabilitación.....	121
Figura 60	Plano de paredes de la piscina de rehabilitación.....	122
Figura 61	Plano de un quirófano tipo.....	123
Figura 62	Curvas isolux y escala de grises del quirófano.....	123
Figura 63	Plano de montañas del quirófano.....	124
Figura 64	Plano de paredes del quirófano.....	124
Figura 65	Plano de la sala de espera.....	125
Figura 66	Curvas isolux y escala de grises de la sala de espera.....	125
Figura 67	Plano de montañas de la sala de espera.....	126
Figura 68	Plano de paredes de la sala de espera.....	126
Figura 69	Plano de la sala de rehabilitación.....	127
Figura 70	Curvas isolux y escala de grises de la sala de rehabilitación.....	127
Figura 71	Plano de montañas de la sala de rehabilitación.....	128
Figura 72	Plano de paredes de la sala de rehabilitación.....	128
Figura 73	Plano de la sala polivalente.....	129
Figura 74	Curvas isolux y escala de grises de la sala polivalente.....	129
Figura 75	Plano de montañas de la sala polivalente.....	130
Figura 76	Plano de paredes de la sala polivalente.....	130
Figura 77	Plano de la sala de urgencias.....	131
Figura 78	Curvas isolux y escala de grises de la sala de urgencias.....	131
Figura 79	Plano de montañas de la sala de urgencias.....	132
Figura 80	Plano de paredes de la sala de urgencias.....	132
Figura 81	Plano de la sala de terapia ocupacional.....	133
Figura 82	Curvas isolux y escala de grises de la sala de terapia ocupacional.....	133
Figura 83	Plano de montañas de la sala de terapia ocupacional.....	134
Figura 84	Plano de paredes de la sala de terapia ocupacional.....	135
Figura 85	Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng.....	136



Figura 86	Grupo Electrónico marca SDMO gama EXEL 1 modelo X715K. Fuente: catálogo SDMO .....	150
Figura 87	Cuadro Control Grupo Electrónico MICS TELYS. Fuente: catálogo SDMO .....	152
Figura 88	Instalación de cables sobre bandejas de rejilla. ....	156
Figura 89	Bandeja + Tapa = Canal Protectora .....	157
Figura 90	Ejemplo de instalación en canal protectora superficial .....	158
Figura 91	Comparativa cables de Alta Seguridad .....	161
Figura 92	Panel de Control para Quirófanos .....	167
Figura 93	Aparatación en sistemas de BT. Fuente: Schneider Electric. “Continuidad del servicio en BT” .....	168
Figura 94	Interruptor Automático .....	169
Figura 95	Curvas de disparo características de los interruptores automáticos .....	170
Figura 96	Fusibles .....	172
Figura 97	Transformador de aislamiento para aplicaciones médicas modelo REO-PROMED .....	173
Figura 98	Plano de medidas transformador de aislamiento REO-PROMED 1 8000 .....	173
Figura 99	Diseño del pararrayos .....	174
Figura 100	Volumen protegido por pararrayos con dispositivo de cebado .....	176
Figura 101	Distribución luminosa en luminarias lineales de dos tubos fluorescentes .....	179
Figura 102	Distribución luminosa en luminarias lineales de cuatro tubos fluorescentes .....	180
Figura 103	Dimensiones de luminarias compactas WE213C .....	180
Figura 104	Distribución luminosa en luminarias compactas WE213C .....	181
Figura 105	Dimensiones de luminarias compactas WHEC226S y WHEC326S .....	181
Figura 106	Distribución luminosa en luminarias compactas WHEC226S y WHEC326S .....	181
Figura 107	Dimensiones de luminarias compactas IOPSB050 .....	182
Figura 108	Distribución luminosa en luminarias compactas IOPSB050 .....	182